

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-131521

(43)Date of publication of application : 12.05.2000

(51)Int.Cl.

G02B 5/28
 A61B 1/00
 A61B 1/04
 G02B 23/24
 H04N 5/225
 H04N 9/04

(21)Application number : 10-305869

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 27.10.1998

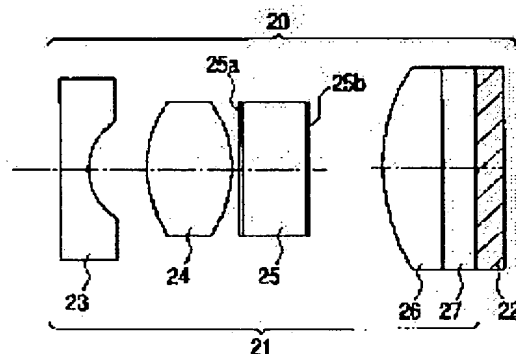
(72)Inventor : HIRATA TADASHI

(54) INTERFERENCE FILM AND IMAGE PICKUP DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an image pickup device which is good in manufacturability, inexpensive, and short in the overall length of image pickup optical system and has superior color reproducibility by specifying the spectral transmissivity of an interference film to each wavelength and the gradient of the spectral transmissivity.

SOLUTION: The image pickup device 20 comprises an image pickup optical system 21 and an image pickup element 22. The image pickup optical system 21 is constituted by arranging a concave lens 23, a convex lens 24, an absorption type color correcting filter 25, a field lens 26, and an image pickup element cover glass 27 in order from an object side. The body-side surface 25a and image pickup surface 25b of the absorption type color correcting filter 25 are provided with reflection-preventive infrared cutting coats (interference film). In this case, conditional expressions $T_v=98\%$, $30\%<T_i<60\%$, and $-0.6\%/nm<K<-0.2\%/nm$ are satisfied. Here, T_v is the spectral transmissivity of the interference film to wavelengths of 420 to 530 nm, T_i is the spectral transmissivity to wavelengths of 720 to 920 nm, and K is the gradient of the spectral transmissivity of the interference film to a wavelength of 620 nm.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An interference film characterized by satisfying conditional expression shown below.

$T_v > 98\% - 30\% < T_i < 60\% - 0.6\%/nm < K < 0.2\%/nm$ however spectral transmittance [in / in T_v / said interference film] with a wavelength of 420nm - 530nm, spectral transmittance with a wavelength [in / in T_i / said interference film] of 720nm - 920nm, and K show an inclination of spectral transmittance with a wavelength [in said interference film] of 620nm.

[Claim 2] The image pick-up equipment characterized by to prepare an interference film which reflection of a visible ray applied green from blue is prevented [film] in image pick-up equipment which has an image sensor which is missing from a wavelength region of a near infrared ray from the light source, an illumination-light study system, image pick-up optical system, and a visible ray, and has sensitivity, and decreases permeability of light of a near infrared ray gently-sloping from red in either [at least] said image pick-up optical system or said illumination-light study system.

[Claim 3] The interference film A (J) which decreases the permeability of a filter which absorbs laser light of one or more sheets in image pick-up optical system which is image pick-up equipment used for an endoscope which performs lasing using laser light of near-infrared wavelength, and constitutes this image pick-up equipment, and laser light of N side (J= 1, 2, ..., N) Image pick-up equipment of an endoscope with which are satisfied of conditional expression which prepares and is shown below.

$T_{va}(J) > 98\% (J= 1, 2, \dots, N) - 30\% \dots < \dots T_{ia}(J) < 60\% (J= 1, 2, \dots, N) T_{ab} < 5\% \dots T_{ia}(1) \times \dots T_{ia}(2) \times \dots \times \dots T_{ia}(N) \times T_{ab} < 1\% \dots$ however $T_{va}(J)$ Said interference film A (J) Spectral transmittance with a wavelength of 420nm - 530nm which can be set, $T_{ia}(J)$ Said interference film A (J) Spectral transmittance in wavelength of laser light which can be set, spectral transmittance in wavelength of laser light in a filter with which T_{ab} absorbs said laser light, and N are said interference film A (J). The number of pages is shown.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the suitable image pick-up equipment for the interference film which decreases the permeability of the wavelength applied to a near infrared ray from red and the image pick-up equipment using this especially an electronic endoscope, a digital camera, a surveillance camera, a video camera, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] Image sensors, such as current and CCD, are used for various products, such as an electronic endoscope, a digital camera, a surveillance camera, and a video camera. The thing small as much as possible of these products is desirable. For this reason, the miniaturization of the image pick-up measure equipped with the image sensor used for those products is also demanded. Especially, in the field of the electronic endoscope, compaction of the tip hard division manager (the length of the portion at which an endoscope tip does not turn) is called for for improvement in a patient's pain mitigation or the observation engine performance, and compaction of the overall length of the image pick-up optical system of the image pick-up equipment naturally arranged in an endoscope point is also desired.

[0003] Drawing 20 is drawing showing an example of the conventional electronic endoscope system. First, based on this drawing, the general endoscope structure of a system is explained. As shown in drawing 20, an electronic endoscope system mainly consists of the main part 1 of an endoscope, a processor 2, the light source 3, and a monitor 4. The main part 1 of an endoscope consists of a cable 9 for transmitting the signal from illumination-light study system 6A, the image pick-up optical system 7, an image sensor 8, and an image sensor 8 to a processor 2. Illumination-light study system 6A consists of tip illumination-light study system 6B, a light guide 5, and single fiber lot 6C further. And the light from the light source 3 is irradiated towards a photographic subject 10 through illumination-light study system 6A. The reflected light from a photographic subject 10 ties an image on an image sensor 8 according to the image pick-up optical system 7. This image is changed into an electrical signal with an image sensor 8, and is sent to a processor 2 through a cable 9. Furthermore, in a processor 2, electrical treatment is performed and the image of a photographic subject 10 is displayed on a monitor 4.

[0004] The main part 1 of an endoscope is exchangeable, and uses the respectively optimal thing by the use of the part inserted in the body, or others. In this case, since a processor 2, the light source 3, and a monitor 4 can use a common thing, they can save a location and equipments costs.

[0005] By the way, not only the image sensor used with an electronic endoscope but a common image sensor is I of the graph of drawing 21 . As the line showed, it has the property that the peak of sensitivity comes from red to the wavelength applied to near-infrared. For this reason, to use an image sensor, it is necessary to insert the filter (henceforth a compensating filter) which decreases the permeability of the wavelength applied to near-infrared from red into optical system, and to maintain color balance. In addition, there are two classes of such color correction filters, an absorption mold and an interference pattern.

[0006] As an absorption mold color correction filter is a filter using the colored glass containing the ion which absorbs the wavelength applied to near-infrared from red and is shown in II line of drawing 21 , it is the feature to decrease the spectral transmittance of the wavelength applied to near-infrared from red gently-sloping. There are C5000 by for example, Hoya Corp. and CM5000 grade in an absorption mold color correction filter.

[0007] An interference pattern color correction filter is what formed the material of a low refractive index, and the dozens of layers material of a high refractive index in piles by predetermined thickness on the glass substrate, respectively, and is a filter equipped with the operation which reflects an unnecessary light by interferential action. An interference pattern color correction filter is III of drawing 21 . As shown in a line, it has the feature which decreases the spectral transmittance near [a certain] wavelength rapidly.

[0008] In the image pick-up optical system in image pick-up equipment equipped with the image sensor, the acid-resisting coat is given to the surface of each optical element, such as a lens, in addition to the compensating filter. An acid-resisting coat is for preventing the fall of the brightness of the whole optical system and preventing generating of a ghost and the flare. As for such an acid-resisting coat, what carried out the laminating of about five layers of the thin films of a dielectric, formed them from one layer on the surface of the optical element, and stopped the reflection factor of a visible ray to several% or less is common.

[0009] As the example, it is MgF_2 , ZrO_2 The used acid-resisting coat of 5 lamination is raised. IV line of drawing 21 shows the spectral transmittance of this acid-resisting coat. Since the image sensor has 80% or more of spectral transmittance to the wavelength of the near infrared ray region near [which has sensitivity] 720-920nm, a common acid-resisting coat does not function as a compensating filter, when an image sensor is used, so that this graph may also show.

[0010] In the endoscope field, treatment using laser which has oscillation wavelength in the wavelength region of a near infrared ray, such as an YAG laser and semiconductor laser, is performed, for example., Drawing 22 is drawing showing the configuration of the electronic endoscope system in which laser treatment is possible. In the electronic endoscope system in which laser treatment is possible, the laser light from the laser equipment 12 by which the laser probe 11 was connected to through and this laser probe 11 into channel 1a prepared in the main part 1 of an endoscope besides the configuration shown in drawing 20 is turned to affected part 10a of a photographic subject 10, and can be irradiated now.

[0011] In such an electronic endoscope system, when performing laser treatment, it often occurs that outgoing radiation of the intense laser light is carried out from the tip of the laser probe 11, and it reflects by affected part 10a, and carries out incidence to an image sensor 9 through the image pick-up optical system 7. If such a condition occurs, the observation screen displayed on a monitor 4 will become white, and observation of affected part 10a will become impossible. Then, in order to prevent such fault, in the

endoscope in which laser treatment is possible, it has a means to cut laser light into the interior of an image sensor 8.

[0012] There is a method of preparing the filter which absorbs laser light into the image pick-up optical system of an endoscope as a means to cut an unnecessary laser light. Moreover, there is also the method of cutting laser light combining two, the interference pattern filter which reflects laser light, and the absorption mold filter which absorbs laser light. That to which the interference pattern filter carried out dozens of layer laminating of the dielectric layer of a high refractive index and the dielectric layer of a low refractive index by turns is used. Moreover, recently, there are some which prepared the laser cut filter corresponding to each laser into image pick-up optical system so that two kinds of laser, an YAG laser and semiconductor laser, can be used.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the compensating filter needed to be prepared into image pick-up optical system when an image sensor was used for an electronic endoscope system as mentioned above, the conventional compensating filter had the following defects.

[0014] In the case of an absorption mold color correction filter, an electronic image sensor is becoming small by advance of technology in recent years, but the spectral sensitivity characteristic of an image sensor itself has hardly changed with the former. For this reason, in order to maintain the same color reproduction nature as the former, it is necessary to make the spectral transmittance property of a compensating filter the same as the former. Since the spectral transmittance of an absorption mold color correction filter is decided by the concentration of material and the thickness of a filter which absorb the light applied to near-infrared from the red of a filter, it can make thickness of a filter thinner than before by raising conventionally the concentration of the material which absorbs the light applied to near-infrared from red. However, if the concentration of the material which absorbs the light applied to near-infrared is raised from red, the permeability of the light of the whole visible region falls, or a material will crystallize and it will not become glass. Moreover, since it becomes or resistance is lost that whenever [wear / of a filter] becomes high too much, and it is hard to process it, it is difficult to make a filter thin in fact.

[0015] Drawing 23 is a cross section in alignment with the configuration **** optical axis of the conventional image pick-up equipment which used the absorption mold color correction filter. With this image pick-up equipment, although the absorption mold color correction filter 16 is formed between the convex lens 14 of the image pick-up optical system 13, and the convex lens 15, by the time the absorption mold color correction filter 16 accounts for 30 percent among the overall lengths of the image pick-up optical system 13, it will have become. Thus, even if the miniaturization of an image sensor was attained conventionally, thin shape-ization of an absorption mold color correction filter could not be attained, but had the problem that the overall length of image pick-up optical system could not be sharply shortened as a result.

[0016] As a means to shorten the overall length of the image pick-up optical system which constitutes image pick-up equipment in the case of an interference pattern color correction filter, using the thing of an interference pattern for a compensating filter is also considered. On the surface of an optical element, an interference pattern color correction filter carries out dozens of layer laminating of the thin film of a dielectric, and forms it, and the thickness of the interference film itself is very as thin as about several micrometers. Therefore, when using an interference pattern color correction filter, if the substrate which

forms a film is made thin, compared with the filter of an absorption mold, shortening of the overall length of image pick-up optical system can be attained. Moreover, if it is not an parallel plate and an interference film is directly formed on the surface of a lens etc., since a lens and a compensating filter can be unified, the overall length of image pick-up optical system can be shortened further.

[0017] There are some which are indicated by JP,5-20735,A as an example using an interference pattern color correction filter. Wavelength makes a flat penetrate [filter / which is shown here / interference pattern color correction] the light to 430-650nm mostly, and wavelength has the property which hardly lets the light of an infrared region 700nm or more pass. The interference pattern color correction filter whose number of layers of an interference film is generally 20 to about 40 in order to stop the permeability of the light of a near-infrared region low over a large range although it is 25 uses, and the number of layers of the interference pattern color correction filter used here is ****. However, if the number of layers of an interference film increases, since control of the thickness when forming membranes will become very difficult, with the easy vacuum evaporationo equipment for forming the usual acid-resisting coat, membrane formation becomes difficult. For this reason, very precise membrane formation equipment is needed, and it leads to the increment in the manufacturing cost of a filter.

[0018] Moreover, since the image sensor had the peak of sensitivity in the wavelength region applied to near-infrared from red to the spectral transmittance of a filter showing an almost even property over the visible region whole region when an interference pattern color correction filter was used, the red component became strong relatively to the blue and the green component of a chrominance signal, and the signal outputted had the defect in which color balance collapsed.

[0019] Especially, like an electronic endoscope, in the system which uses a common video processor and the common light source to two or more main parts of an endoscope, if the main part of an endoscope (image pick-up equipment) which used the interference pattern color correction filter to the processor and the light source which were adjusted for the conventional absorption mold color correction filter is used, since an absorption mold completely differs in the spectral transmittance property of a filter from an interference pattern, color balance will collapse sharply. For this reason, an interference pattern color correction filter cannot be used for optical system, with compatibility with the conventional system maintained, but shortening of the overall length of image pick-up optical system is impossible.

[0020] In the endoscope which performs laser treatment in the case of the image pick-up optical system of the endoscope corresponding to laser treatment, laser light was attenuated combining the interference pattern laser cut filter and the absorption mold laser cut filter, using only an absorption mold laser cut filter. However, anyway, if thickness of an absorption mold laser cut filter is made thinner than before, the attenuation factor of laser light will fall and the fault that an observation screen will be in disorder under the effect of laser light will occur. For this reason, by the conventional method, an absorption mold laser cut filter could not be made thin, but it had become the big cause which obstructs shortening of the overall length of image pick-up optical system.

[0021] It is possible to solve to this problem by preparing an interference pattern laser cut filter into one more sheet image pick-up optical system. However, since a membranous number of layers also has dozens of layers as for the conventional interference pattern laser cut filter, when forming membranes takes time amount, since control of thickness is also difficult, the membrane formation equipment of high degree of accuracy must be used. Therefore, no less than two sheets' use of an interference pattern laser cut filter produces the problem that cost will go up sharply.

[0022] Then, this invention aims at offering a suitable interference film using for the image pick-up equipment which equipped the wavelength region applied to a near infrared ray from image pick-up optical system and a visible ray with the image sensor which has sensitivity in view of the trouble of the above conventional technology. Moreover, by using this interference film, productivity is good and cheap, and it is bright, shortening the overall length of image pick-up optical system, and aims at offering image pick-up equipment excellent in color reproduction nature. Furthermore, holding compatibility with the conventional model, when using for an endoscope, color reproduction nature is good, an overall length is short, and it is bright, and aims at offering the image pick-up equipment which can plan a patient's relief. Moreover, in using for the endoscope in which especially laser treatment is possible, it aims at offering the image pick-up equipment which can prevent turbulence of the observation screen by intense laser in addition to this advantage.

[0023]

[Means for Solving the Problem] This invention is equipped with the following features in order to attain the above-mentioned purpose.

[0024] Invention concerning claim 1 relates to an interference film with which are satisfied of conditional expression shown below.

$T_v > 98\%$ $30\% < T_i < 60\%$ $0.6\%/nm < K < 0.2\%/nm$ however spectral transmittance [in / in T_v / said interference film] with a wavelength of 420nm - 530nm, spectral transmittance with a wavelength [in / in T_i / said interference film] of 720nm - 920nm, and K show an inclination of spectral transmittance with a wavelength [in said interference film] of 620nm.

[0025] Invention concerning claim 2 is image pick-up equipment characterized by to prepare the interference film which reflection of a visible ray applied green from blue is prevented [film], and decreases permeability of light of a near infrared ray gently-sloping from red in either [at least] image pick-up optical system or an illumination-light study system in the image pick-up equipment which has the image sensor which is missing from a wavelength region of a near infrared ray from the light source, an illumination-light study system, image pick-up optical system, and a visible ray, and has sensitivity.

[0026] A filter which absorbs laser light of one or more sheets in image pick-up optical system which invention concerning claim 3 is image pick-up equipment used for an endoscope which performs lasing using laser light of near-infrared wavelength, and constitutes this image pick-up equipment. Interference film A which decreases permeability of laser light of N side (J) (J= 1, 2, ..., N) It is related with image pick-up equipment with which are satisfied of conditional expression which prepares and is shown below. $T_{va}(J) > 98\%$ (J= 1, 2, ..., N) $30\% \leq T_{ia}(J) < 60\%$ (J= 1, 2, ..., N) $T_{ab} < 5\%$ $T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(N) \times T_{ab} < 1\%$ -- however $T_{va}(J)$ Said interference film A (J) Spectral transmittance with a wavelength of 420nm - 530nm which can be set, $T_{ia}(J)$ Said interference film A (J) Spectral transmittance in wavelength of laser light which can be set, spectral transmittance in wavelength of laser light in a filter with which T_{ab} absorbs said laser light, and N are said interference film A (J). The number of pages is shown.

[0027]

[Embodiment of the Invention] The interference film of this invention needs to satisfy the following conditional expression.

$T_v > 98\%$ (1) $30\% < T_i < 60\%$ (2) $0.6\%/nm < K < 0.2\%/nm$ (3) however spectral transmittance with a wavelength [in / in T_v / said interference film] of 420nm - 530nm, spectral transmittance with a

wavelength [in / in Ti / said interference film] of 720nm - 920nm, and K show the inclination of spectral transmittance with a wavelength [in said interference film]

[0028] Conditional expression (1) - (3) It is for bringing close to the property of the conventional absorption mold color correction filter. Conditional expression (1) The conditions for securing the brightness of the optical system which gave the interference film of this invention are shown. If the value of T_v becomes 98% or less, a quantity of light loss will become remarkable and the light which penetrated the interference film will become dark. Conditional expression (2) The conditions for balancing the difficulty of manufacture and a color correction function of an interference film are shown. If the value of T_i becomes 30% or less, the amount of laminatings of the thin film which forms the interference film of this invention increases, and since control of thickness becomes difficult, the cost of membrane formation will increase. On the other hand, if the value of T_i becomes 60% or more, since the effect of color correction will become weak, it is not desirable. Conditional expression (3) The conditions for maintaining the blue in an image sensor, green, and red color balance are shown. K is conditional expression (3). By being satisfied, the quantity of light of the red light which penetrates the interference film of this invention can be decreased gradually, and the blue which penetrates the optical system which gave the interference film of this invention, green, and red color balance can be kept good.

[0029] Furthermore, the interference film of this invention is good to form the dielectric layer of a low refractive index, and the dielectric layer of a high refractive index by turns, and to form the dielectric layer of a nine-layer pile and a low refractive index in the outermost part from five layers. Moreover, in this interference film, it is desirable that the optical thickness of the outermost dielectric layer is thin compared with the optical thickness of other layers. However, optical thickness is the product of the refractive index of a dielectric, and the physical thickness of a dielectric.

[0030] In this case, when there are few number of layerses than 5, it is conditional expression (2). It becomes impossible to satisfy $T_i < 60\%$. On the other hand, if there are more number of layerses than nine layers, control of the thickness at the time of membrane formation will be difficult, and the cost at the time of membrane formation will go up. Then, if a number of layers is set to 5, since it will be made to the same number of layers as the number of layers of the acid-resisting coat conventional only by changing the thickness of each layer, there is a merit which can carry out [****]-izing of the equipment for membrane formation. Furthermore, it is conditional expression (1) by forming the layer of a low refractive index in the outermost part, and making optical thickness thin compared with other layers. It becomes possible to be satisfied.

[0031] Furthermore, as for the interference film of this invention, it is desirable to have the property of decreasing the permeability of the light which prevents reflection of the visible ray applied to red from blue, and is applied to near-infrared from red gently-sloping. If it prepares in the image pick-up optical system of the image pick-up equipment which equipped the wavelength field which covers such an interference film of a property over a near infrared ray from image pick-up optical system and a visible ray with the image sensor which has sensitivity, the observation image obtained will be bright and color reproduction nature will also become good.

[0032] Moreover, as for the spectral transmittance property of the whole image pick-up optical system equipped with said interference film, it is desirable to have satisfied the conditional expression shown below.

$T_{v0} > 80\%$ (4) $T_{i0} < 15\%$ (5) $2\%/Nm < K_0 < 0.5\%/Mm$ (6), however spectral transmittance with a

wavelength [in / in Tvo / said whole image pick-up optical system] of 420nm - 530nm, Spectral transmittance with a wavelength [in / in Tio / said whole image pick-up optical system] of 720nm - 920nm and Ko show the inclination of spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 620nm.

[0033] Conditional expression (4) The permeability of the visible ray in said whole image pick-up optical system is specified. When this condition is not fulfilled, a quantity of light loss increases more than the conventional thing, and a bright observation image is not obtained. Moreover, conditional expression (4) It is also what defined the conditions when the ability not to establish an acid-resisting coat in the field by the side of a body most like the optical system of an endoscope. However, since the quantity of light loss in the field by the side of a body decreases most when it is possible to establish an acid-resisting coat in the field by the side of a body most by the not severe reason especially about resistance also according to the optical system of an endoscope, it is $Tvo > 90\%$ (4)' and conditions can also be made severe. Conditional expression (5) The conditions for cutting infrared radiation are shown. When the value of Tio becomes 15% or more, the infrared radiation which is unnecessary light carries out incidence to an image sensor, and the image quality of the observation image obtained deteriorates. Conditional expression (6) The conditions for keeping good the balance of blue, red, and a green color component are shown. A red component becomes weak too much and is not desirable if a red component will become strong too much if the value of Ko becomes small, and it becomes large.

[0034] Furthermore, if the interference film (henceforth an acid-resisting infrared cut coat) which decreases the permeability of the light which prevents reflection of the visible ray applied green from said blue, and is applied to near-infrared from red gently-sloping prepares in either the image pick-up optical system of the image pick-up equipment of the endoscope which equipped the wavelength field applied to a near infrared ray from the light source, an illumination-light study system, image pick-up optical system, and a visible ray with the image sensor which has sensitivity or an illumination-light study system, it is more effective.

[0035] Since the tip hard division manager of an endoscope can be shortened by doing in this way, improvement in a patient's pain mitigation or the observation engine performance can be aimed at. Moreover, since the system of a processor or the light source adjusted to the conventional absorption mold color correction filters can use it as it is, it is very useful.

[0036] And it is desirable at this time that the product of the spectral transmittance of said whole illumination-light study system and the spectral transmittance of said whole image pick-up optical system has satisfied the conditional expression shown below.

$Tvt > 75\%$ (7) $Tit < 15\%$ (8) $2\%/Nm < Kt < 0.5\%/Nm$ (9), however Tvt -- said illumination-light study system whole -- the product of spectral transmittance with a wavelength of 420nm - 530nm to kick and spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 420nm - 530nm -- The product of spectral transmittance with a wavelength [in / in Tit / said whole illumination-light study system] of 720nm - 920nm, and spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 720nm - 920nm, Kt shows the inclination of the product of spectral transmittance with a wavelength [in said whole illumination-light study system] of 620nm, and spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 620nm.

[0037] Conditional expression (7) The permeability of the visible ray in said illumination-light study system and said image pick-up optical system is specified. When this condition is not fulfilled, a quantity

of light loss increases more than the conventional thing, and a bright observation image is not obtained. Moreover, conditional expression (7) It is also what defined the conditions when the ability not to establish an acid-resisting coat in the field by the side of a body most like the optical system of an endoscope. However, since the quantity of light loss in the field by the side of a body decreases most when it is possible to establish an acid-resisting coat in the field by the side of a body most by the not severe reason especially about resistance also according to the optical system of an endoscope, it is $T_{vt} > 90\%$ (7) and conditions can also be made severe. Conditional expression (8) The conditions for cutting infrared radiation are shown. When the value of T_{it} becomes 15% or more, the infrared radiation which is unnecessary light carries out incidence to an image sensor, and the image quality of the observation image obtained deteriorates. Conditional expression (9) The conditions for keeping good the balance of blue, red, and a green color component are shown. A red component becomes weak too much and is not desirable if a red component will become strong too much if the value of K_t becomes small, and it becomes large.

[0038] As mentioned above, even if it makes an absorption mold color correction filter thinner than before or removes by using the interference film of this invention, the spectral transmittance of the wavelength applied to a near-infrared region from red as usual by the whole image pick-up optical system (or illumination-light study system) can fully be decreased, and good color reproduction nature can be planned, shortening the overall length of image pick-up optical system.

[0039] Moreover, it is the further above-mentioned conditional expression (1) about said acid-resisting infrared cut coat prepared into said image pick-up optical system or said illumination-light study system. (3) It will become more effective, if it forms so that it may fill.

[0040] Moreover, said acid-resisting infrared cut coat prepared into said image pick-up optical system or said illumination-light study system is good to form the dielectric layer of a low refractive index, and the dielectric layer of a high refractive index by turns, and to form the dielectric layer of a nine-layer pile and a low refractive index in the outermost part from five layers. Moreover, as for this acid-resisting infrared cut coat, it is desirable that the optical thickness of the outermost dielectric layer is thin compared with the optical thickness of other layers. However, optical thickness is the product of the refractive index of a dielectric, and the physical thickness of a dielectric.

[0041] By the way, the following two methods can be considered about adjustment of a spectral transmittance property.

[0042] The 1st is a method using both said acid-resisting infrared cut coat and the compensating filter (absorption mold color correction filter) which absorbs the light applied to near-infrared from red. The number of the fields in which the thickness of an absorption mold color correction filter and the acid-resisting infrared cut coat which are established in optical system are established can adjust the spectral transmittance property in this case. Therefore, it is possible to make said acid-resisting infrared cut coat into the 2nd page, the 3rd page, an increase, or the thing that was alike in the spectral transmittance property in each case, if it carries out as only the 1st page of said acid-resisting infrared cut coat is prepared and an absorption mold color correction filter is made thin, when an absorption mold color correction filter does not have to be made not much thin. Since it can absorb with the absorption mold color correction filter which absorbs the light which applies the stray light reflected on the acid-resisting infrared cut coat to near-infrared from red when using this method, the flare and a ghost can be prevented.

[0043] The 2nd is the method of using two or more said acid-resisting infrared cut coats. In this case, the number of pages of the acid-resisting infrared cut coat established in optical system performs adjustment of a spectral transmittance property. What is necessary is to carry out, and just to reduce the number of fields, when the permeability of near-infrared light wants to decrease not much, the increase of the number of the pages of said acid-resisting infrared cut coat, and when the permeability of near-infrared light wants to decrease. If this method is used, since an absorption mold color correction filter is completely removable, shortening of the overall length of optical system can be promoted.

[0044] Moreover, it is also possible to combine said 1st and 2nd method. Color reproduction nature can make it improve more by doing in this way. there are few quantity of light losses by such method -- it is bright, color reproduction nature is good, and image pick-up equipment with easy manufacture is obtained.

[0045] When the number of sheets of the lens equipped with the refractive power which said image pick-up optical system or said illumination-light study system has was four or less sheets, the rate of occupying to the whole optical system of an absorption mold color correction filter was conventionally large, but since an absorption mold color correction filter can be made thin by preparing said acid-resisting infrared cut coat into said image pick-up optical system or said illumination-light study system, it becomes possible to shorten the overall length of optical system sharply.

[0046] Moreover, the image pick-up equipment using the interference film of this invention can also be applied to the endoscope which performs the lasing using laser light. In this case, the wavelength of the laser light which performs laser treatment is interference film A (J) which decreases the permeability of the filter which absorbs the laser light of one or more sheets in the optical system of image pick-up equipment, and the laser light of N side since it is a near-infrared region. It is desirable to satisfy the conditional expression which prepares and is shown below.

$T_{va}(J) > 98\%$ ($J = 1, 2, \dots, N$) (10) $30\% \leq T_{ia}(J) < 60\%$ ($J = 1, 2, \dots, N$) (11) $T_{ab} < 5\%$ (12) $T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(N) \times T_{ab} < 1\%$ (13) -- however $T_{va}(J)$ Said interference film A (J) Spectral transmittance with a wavelength of 420nm - 530nm which can be set, $T_{ia}(J)$ Said interference film A (J) The spectral transmittance in the wavelength of the laser light which can be set, the spectral transmittance in the wavelength of the laser light in the filter with which T_{ab} absorbs said laser light, and N are said interference film A (J). The number of pages is shown.

[0047] Here, conditional expression (10) shows the conditions for securing the brightness of optical system. Conditional expression (11) is interference film A (J). The conditions for keeping good the balance of the difficulty of manufacture and the effect which cuts laser light are shown. $T_{ia}(J)$ When a value becomes 30% or less, it is interference film A (J). Since the number of laminatings increases and control of thickness becomes difficult, the cost at the time of membrane formation increases. On the other hand, if a spectral transmittance property becomes 60% or more, the effect which cuts laser light will become weak. Conditional expression (12) is interference film A (J). The conditions for not making [many] the number of the fields to establish are shown. It is interference film A (J) in order to drop laser luminous intensity. in not satisfying this conditional expression (12). Although the number of the fields which must be established increases, since a limitation is in lens number of sheets, it is interference film A (J). The number of the fields which must be established runs short. Conditional expression (13) shows the conditions for making it an observation image not confused, even if laser light carries out incidence to an image sensor.

[0048] Moreover, interference film A which decreases the permeability of the filter which absorbs the laser light of one or more sheets in the image pick-up optical system of the image pick-up equipment, and the laser light of N side when applying the image pick-up equipment using the interference film by this invention to the endoscope which performs the lasing (J) You may constitute so that the conditional expression which forms the interference film B which decreases the permeability of laser light, and is shown below may be satisfied.

$T_{va}(J) < 98\% (J = 1, 2, \dots, N) \dots (14)$ $30\% \leq T_{ia}(J) < 60\% (J = 1, 2, \dots, N) \dots (15)$ $T_{inxTab} < 5\% \dots (16)$ $T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(N) \times T_{inxTab} < 1\% \dots (17)$ However $T_{va}(J)$ Said interference film A (J) Spectral transmittance with a wavelength of 420nm - 530nm which can be set, $T_{ia}(J)$ Said interference film A (J) Spectral transmittance in the wavelength of the laser light which can be set, The spectral transmittance in the wavelength of laser light [in / in T_{in} / said interference film B], the spectral transmittance in the wavelength of the laser light in the filter with which Tab absorbs said laser light, and n are said interference film A (J). The number of pages prepared is shown.

[0049] Here, conditional expression (14) shows the conditions for securing the brightness of optical system. Conditional expression (15) is interference film A (J). The conditions for keeping good the balance of the effect which cuts the difficulty and laser light of manufacture are shown. $T_{ia}(J)$ When a value becomes 30% or less, it is interference film A (J). Since the number of laminatings increases and control of thickness becomes difficult, the cost at the time of membrane formation increases. On the other hand, if a spectral transmittance property becomes 60% or more, the effect which cuts laser light will become weak. Conditional expression (16) is interference film A (J). The conditions for not making [many] the number of the fields to establish are shown. It is interference film A (J) in order to drop laser luminous intensity, in not satisfying this conditional expression (16). Although the number of the fields which must be established increases, since a limitation is in lens number of sheets, it is interference film A (J). The number of the fields which must be established runs short. Conditional expression (17) shows the conditions for making it an observation image not confused, even if laser light carries out incidence to an image sensor.

[0050] Furthermore, said interference film A (J) The layer of the dielectric of a low refractive index and the layer of the dielectric of a high refractive index may be formed by turns, and the layer of the dielectric of a nine-layer pile and a low refractive index may be formed in the outermost part from five layers on the assumption that the above-mentioned monograph affair type is satisfied. Moreover, this interference film A (J) It is good to form so that the optical thickness of the dielectric of the outermost layer may become thin compared with the optical thickness of other layers. However, optical thickness is the product of the refractive index of a dielectric, and the physical thickness of a dielectric.

[0051] When thickness of an absorption mold color correction filter was made thin if it was in the endoscope in which the conventional laser treatment is possible as explained until now, the fault an observation image is confused by laser light had occurred. However, according to this invention, it is interference film A (J). Laser luminous intensity which laser luminous intensity is decreased and reaches an image sensor by preparing two or more pages and satisfying the above-mentioned conditional expression (13) or (17) can be weakened, and the fault that an observation image is confused can be canceled. Moreover, since according to this invention dozens of layers do not need to use two or more sheets of a certain interference pattern color correction filter, either, even when using the laser of high power like before, reduction of cost is attained.

[0052] As mentioned above, according to this invention, in the image pick-up equipment which equipped image pick-up optical system and the wavelength region applied to a near infrared ray from a visible ray with the image sensor which has sensitivity, productivity is good and cheap, shortening the overall length of image pick-up optical system, it can be bright and the good image pick-up equipment of color reproduction nature can be offered. Moreover, when applying the image pick-up equipment using the interference film by this invention to an endoscope, the aforementioned effect is acquired, with compatibility with the conventional model maintained. Furthermore, if the image pick-up equipment using the interference film by this invention is applied to the endoscope in which laser treatment is possible, the outstanding effect that turbulence of the observation image by intense laser light can be prevented will also be acquired.

[0053] Hereafter, this invention is explained to details based on the illustrated example.

[0054] 1st example drawing 1 is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment concerning this example is shown. The image pick-up equipment 20 of this example serves as the image pick-up optical system 21 from the image sensor 22 which has sensitivity in the wavelength region applied to a near infrared ray from a visible ray. The image pick-up optical system 21 arranges and constitutes a concave lens 23, a convex lens 24, the absorption mold color correction filter 25, the field lens 26, and image sensor cover glass 27 sequentially from the body side which is not illustrated. C5000 by Hoya Corp. with a thickness of 0.6mm is used for the absorption mold color correction filter 25. Moreover, the acid-resisting infrared cut coat (interference film which decreases the permeability of the light which prevents reflection of the visible ray applied green from blue, and is applied to near-infrared from red gently sloping) is established in body side 25a of the absorption mold color correction filter 25, and image side 25b. The common acid-resisting coat is established in the field which touches the air of other lenses.

[0055] The acid-resisting infrared cut coat established in body side 25a of the absorption mold color correction filter 25 and image side 25b, respectively is the dielectric MgF_2 of a low refractive index, as shown in drawing 2. Dielectric ZrO_2 of a layer and a high refractive index The five-layer laminating of the layer is carried out by turns, and it is formed. And the outermost layer is the dielectric MgF_2 of a low refractive index. It is a layer and optical thickness is thin rather than other layers. Moreover, this acid-resisting infrared cut coat is the conditional expression (1) of the above-mentioned [spectral transmittance], (2), and (3). It is formed so that it may be satisfied. In addition, the numeric character indicated among drawing is the optical thickness nd in each class (n shows the refractive index of a thin film and d shows the physical thickness of a thin film).

[0056] Moreover, he is trying for the spectral transmittance of the whole image pick-up optical system to be satisfied with this example of the above-mentioned conditional expression (4), (5), and (6) combining the 2nd page of an acid-resisting infrared cut coat, and an absorption mold color correction filter.

[0057] The spectral transmittance property of the absorption mold color correction filter and acid-resisting infrared cut coat which are used for the image pick-up equipment of this example, and a common acid-resisting coat is shown in drawing 3 and 4, respectively (drawing 4 is the partial enlarged view of drawing 3). The spectral transmittance property of an absorption mold color correction filter with a thickness of 0.6mm of using a line for the image pick-up equipment of this example, the spectral transmittance property of an acid-resisting infrared cut coat of using b line for the image pick-up equipment of this example, the spectral transmittance property of an acid-resisting coat with common c

line, and d line show the spectral transmittance property when aligning the 2nd page of an acid-resisting infrared cut coat with an absorption mold color correction filter with a thickness [said] of 0.6mm among each drawing. Moreover, e line shows the spectral transmittance property at the time of setting thickness of said absorption mold color correction filter to 1.6mm, and has taken it up as an example of reference. Moreover, the value of K shown in drawing 3 is conditional expression (3). It is related and the inclination of spectral transmittance with a wavelength [in an acid-resisting infrared cut coat] of 620nm is shown.

[0058] As shown in drawing 3 and 4, by setting and using the 2nd page of an acid-resisting infrared cut coat and an absorption mold color correction filter with a thickness of 0.6mm shows that it can be made very similar with the spectral transmittance property of the conventional absorption mold color correction filter that thickness is 1.6mm.

[0059] Furthermore, drawing 5 is a graph which shows the spectral transmittance property of the image pick-up optical system 21 in the image pick-up equipment of this example. f line shows the spectral transmittance property of the image pick-up optical system 21. Moreover, g line shows the spectral transmittance property of the image pick-up optical system 21 at the time of using the compensating filter whose conventional thickness is 1.6mm, and has taken it up as an example of reference. The value of K_0 shown in drawing 5 is conditional expression (6). It is related and the inclination of spectral transmittance with a wavelength [in the image pick-up optical system 21 of the image pick-up equipment of this example] of 620nm is shown. It understands that it can be shown in drawing 5 and the spectral transmittance property can be made similar [like] with the conventional thing also about the image pick-up optical system 21.

[0060] As mentioned above, in this example, by using an acid-resisting infrared cut coat, thickness of an absorption mold color correction filter can be made into 40% or less of the conventional filter thickness, and the overall length of image pick-up optical system can be shortened sharply. Therefore, if the image pick-up equipment of this example is built into the point of an endoscope, maintaining compatibility with equipment conventionally, it is good, and the tip hard division manager is short, and it is bright, and color reproduction nature can offer the endoscope which can plan a patient's relief.

[0061] In addition, in this example, although the acid-resisting infrared cut coat is established in both sides of the absorption mold color correction filter 25, even if it establishes this acid-resisting infrared cut coat in other lens sides, the same effect is acquired.

[0062] 2nd example drawing 6 is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment concerning this example is shown. With the image pick-up equipment of this example, only an acid-resisting infrared cut coat is made to perform color correction. The image pick-up equipment 30 of this example serves as the image pick-up optical system 31 from the image sensor 32 which has sensitivity in the wavelength region applied to a near infrared ray from a visible ray. The image pick-up optical system 31 arranges and constitutes cover glass 33, a convex lens 34, the field lens 35, and image sensor cover glass 36 sequentially from the body side which is not illustrated. The acid-resisting infrared cut coat is established in body side 33a of cover glass 33, body side 34a of a convex lens 34 and image side 34b, and body side 35a of the field lens 35. This acid-resisting infrared cut coat is formed with the interference film which decreases the permeability of the light which prevents reflection of the visible ray applied green from blue, and is applied to near-infrared from red gently-sloping. Moreover, the common acid-resisting coat is established in image side 33b of cover glass 33.

[0063] The acid-resisting infrared cut coat established in the image pick-up equipment of this example is

the dielectric MgF₂ of a low refractive index, as shown in drawing 7. Dielectric ZrO₂ of a layer and a high refractive index The five-layer laminating of the layer is carried out by turns, and it is formed. And the outermost layer is the layer of the dielectric MgF₂ of a low refractive index, and optical thickness is thin rather than other layers. This acid-resisting infrared cut coat is the conditional expression (1) of the above-mentioned [spectral transmittance], (2), and (3). It is formed so that it may be satisfied. Moreover, with the image pick-up equipment of this example, since it formed in the glass material of a refractive index higher than what showed the acid-resisting infrared cut coat to the 1st example, the permeability of the wavelength of a near-infrared region has fallen. Thus, the direction which formed the acid-resisting infrared cut coat in glass material with a more high refractive index can lower the permeability of the wavelength of an infrared region, and the effect of color correction becomes large. In addition, the numeric character indicated among drawing is the optical thickness nd in each class (n shows the refractive index of a thin film and d shows the physical thickness of a thin film).

[0064] Moreover, although the acid-resisting infrared cut coat is prepared the 4th page into the image pick-up optical system 31 in this example, the spectral transmittance of the image pick-up optical system 31 is the above-mentioned conditional expression (4), (5), and (6). It is satisfied.

[0065] The spectral transmittance property of the acid-resisting infrared cut coat in the image pick-up equipment of this example and a common acid-resisting coat is shown in drawing 8 and 9, respectively (drawing 9 is the partial enlarged view of drawing 8). The spectral transmittance property per page of an acid-resisting infrared cut coat of using h line for the image pick-up equipment of this example, and i line show the spectral transmittance property at the time of piling up the 4th page of this acid-resisting infrared cut coat among each drawing. c line shows the spectral transmittance property of a common acid-resisting coat. Moreover, e line shows the spectral transmittance property at the time of setting thickness of an account absorption mold color correction filter (C5000 by Hoya Corp.) to 1.6mm, and takes it up as an example of reference. Moreover, the value of K shown in drawing 8 is conditional expression (3). It is related and the inclination of spectral transmittance with a wavelength λ in an acid-resisting infrared cut coat] of 620nm is shown.

[0066] As shown in drawing 8 and 9. by using an acid-resisting infrared cut coat in piles the 4th page shows that it can be made very similar with the spectral transmittance property of the conventional absorption mold color correction filter that thickness is 1.6mm.

[0067] Furthermore, drawing 10 is a graph which shows the spectral transmittance property of the image pick-up optical system 31 in the image pick-up equipment of this example. j line shows the spectral transmittance property of the image pick-up optical system 31 among drawing. Moreover, g line shows the spectral transmittance property of the image pick-up optical system 31 at the time of using the compensating filter whose conventional thickness is 1.6mm, and has taken it up as an example of reference. The value of K_0 shown in drawing 10 is conditional expression (6). It is related and the inclination of spectral transmittance with a wavelength λ in the image pick-up optical system 31 of the image pick-up equipment of this example] of 620nm is shown. As shown in drawing 10 . it understands that the spectral transmittance property can be made similar with the conventional thing also about the image pick-up optical system 31.

[0068] As mentioned above. in this example. since it is not necessary to use an absorption mold color correction filter at all, the overall length of the image pick-up optical system 31 can be shortened sharply. Moreover, since it is not necessary to use the conventional interference pattern color correction filter,

productivity is good, and is cheap, it is bright, and the good small image pick-up equipment of color reproduction nature can be offered. Therefore, if the image pick-up equipment of an example is built into the point of an endoscope, maintaining compatibility with equipment conventionally, it is good, and the tip hard division manager is short, and it is bright, and color reproduction nature can offer the endoscope which can plan a patient's relief.

[0069] The image pick-up equipment of 3rd example this example is for using for an endoscope. Drawing 11 is a cross section in alignment with the optical axis in which signs that the image pick-up equipment of this example is carried in the point of an endoscope are shown. the image pick-up equipment 39 of this example arranges and constitutes the image sensor 41 which has sensitivity from image pick-up optical system 40 and a visible ray in the wavelength region applied to a near infrared ray sequentially from the body side which is not a drawing example. The cable 42 for transmitting a picture signal to the processor which is not illustrated is connected to the image sensor 41. The image pick-up optical system 40 arranges and constitutes the 1st lens 43, the 2nd lens 44, the 3rd lens 45, the absorption mold color correction filter 46, and the cover glass 47 of an image sensor sequentially from the body side which is not illustrated. C5000 by Hoya Corp. with a thickness of 0.6mm is used for the absorption mold color correction filter 46. Moreover, an acid-resisting coat is not established in body side 43a of the 1st lens 43 from a tolerant problem, but the common acid-resisting coat is established in lens sides other than this.

[0070] On the other hand, the tip illumination-light study system 49 put side by side to the endoscope point with image pick-up equipment 39 arranges and constitutes the 1st lens 50, the 2nd lens 51, and the 3rd lens 52 sequentially from the body side which is not illustrated. Moreover, behind the 3rd lens 52, the light guide 53 connected with the light source which is not illustrated is arranged. The acid-resisting coat is not established in body side 50a of the 1st lens 50 from a tolerant problem. The acid-resisting infrared cut coat is established in body side 52a of the 3rd lens 52, and image side 52b. This acid-resisting infrared cut coat has the same configuration as what was shown in the 2nd example, and a spectral transmittance property, and is conditional expression (1), (2), and (3). It is satisfied. The common acid-resisting coat is established in other lens sides.

[0071] Drawing 12 is a graph which shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 40, and the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49. k line shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 40, and the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49 among drawing. The value of Kt is conditional expression (9). It is related and the inclination of the product of spectral transmittance with a wavelength [in the image pick-up optical system 40] of 620nm and spectral transmittance with a wavelength [in the tip illumination-light study system 49] of 620nm is shown. l line shows the product of the spectral transmittance of the conventional image pick-up optical system (C5000 by Hoya Corp. with a thickness of 1.6mm is prepared as a compensating filter, and the common acid-resisting coat is prepared), and the spectral transmittance of a tip illumination-light study system. As shown in drawing 12 , also in this example, it turns out that the spectral transmittance property is similar with the conventional thing.

[0072] As mentioned above, in this example, maintaining the compatibility of a system with equipment conventionally, since the same color reproduction nature as the conventional thing could be realized and it did not moreover need to have a thick filter into optical system too much, shortening of the tip hard division manager of an endoscope is attained, and a patient's pain mitigation can be aimed at.

[0073] The image pick-up equipment of 4th example this example is for using for an endoscope. Drawing

13 is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment concerning this example is shown. the image pick-up equipment 39 of this example arranges and constitutes the image sensor 41 which has sensitivity from image pick-up optical system 40 and a visible ray in the wavelength region applied to a near infrared ray sequentially from the body side which is not a drawing example. The cable 42 for transmitting a picture signal to the processor which is not illustrated is connected to the image sensor 41. The image pick-up optical system 40 arranges and constitutes the 1st lens 43, the 2nd lens 44, the 3rd lens 45, the absorption mold color correction filter 46, and the cover glass 47 of an image sensor sequentially from the body side which is not illustrated. C5000 by Hoya Corp. with a thickness of 0.6mm is used for the absorption mold color correction filter 46. Moreover, an acid-resisting coat is not established in body side 43a of the 1st lens 43 from a tolerant problem, but the common acid-resisting coat is established in lens sides other than this.

[0074] On the other hand, the illumination-light study system 48 put side by side to the endoscope point with image pick-up equipment 39 arranges and constitutes the tip illumination-light study system 49, the light guide 53, and the incidence one end optical element 54 sequentially from the body side which is not illustrated. The incidence one end optical element 54 is connected to the light source which is not illustrated.

[0075] The tip illumination-light study system 49 arranges and constitutes the 1st lens 50, the 2nd lens 51, and the 3rd lens 52 sequentially from the body side which is not illustrated. Except for body side 50a of the 1st lens 50 with a resistance top problem, the common acid-resisting coat is established in the field of each lens which constitutes the tip illumination-light study system 49. Moreover, the incidence one end optical element 54 consists of single fiber lots which have the clad section of a low refractive index in a periphery to the core section of a high refractive index, and has removed the nonuniformity of the light which carries out incidence to a light guide 53. Furthermore, the acid-resisting infrared cut coat is established in body side 54a of this incidence one end optical element 54, and image side 54b. This acid-resisting infrared cut coat has the same configuration as what was shown in the 2nd example, and a spectral transmittance property, and is conditional expression (1), (2), and (3). It is satisfied.

[0076] Drawing 14 is a graph which shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 40, the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49, and the spectral transmittance of the incidence one end optical element 54. k' line shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 40, the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49, and the spectral transmittance of the incidence one end optical element 54 among drawing. The value of K_t is conditional expression (9). It is related and the inclination of the product of spectral transmittance with a wavelength of 620nm, spectral transmittance with a wavelength λ in the tip illumination-light study system 49 of 620nm, and the spectral transmittance of the incidence one end optical element 54 in the image pick-up optical system 40 is shown. l' line shows the product of the spectral transmittance of the conventional image pick-up optical system (C5000 by Hoya Corp. with a thickness of 1.6mm is prepared as a compensating filter, and the common acid-resisting coat is prepared), the spectral transmittance of a tip illumination-light study system, and the spectral transmittance of an incidence one end optical element. As shown in drawing 14, also in this example, it turns out that the spectral transmittance property is similar with the conventional thing.

[0077] In addition, in this example, although the acid-resisting infrared cut coat was established in body side 54a of the incidence one end optical element 54, and image side 54b, the incidence one end optical

element 54, the tip illumination-light study system 49, and the image pick-up optical system 40 may be distributed, and an acid-resisting infrared cut coat may be prepared, and may be centralized on any the one.

[0078] As mentioned above, in this example, maintaining the compatibility of a system with equipment conventionally, since the same color reproduction nature as the conventional thing could be realized and it did not moreover need to have a thick filter into optical system too much, shortening of the tip hard division manager of an endoscope is attained, and a patient's pain mitigation can be aimed at.

[0079] The image pick-up equipment of 5th example this example is for using for an endoscope. Drawing 15 is a cross section in alignment with the optical axis in which signs that the image pick-up equipment of this example is carried in the point of an endoscope are shown. the image pick-up equipment 55 of this example arranges and constitutes the image sensor 57 which has sensitivity from image pick-up optical system 56 and a visible ray in the wavelength region applied to a near infrared ray sequentially from the body side which is not a drawing example. The cable 58 for transmitting a picture signal to the processor which is not illustrated is connected to the image sensor 57. The image pick-up optical system 56 arranges and constitutes the 1st lens 59, the 2nd lens 60, the 3rd lens 61, and the cover glass 62 of an image sensor sequentially from the body side which is not illustrated. The acid-resisting infrared cut-off filter (interference film which decreases the permeability of the light which prevents reflection of the visible ray applied green from blue, and is applied to near-infrared from red gently-sloping) is prepared in body side 61a of the 3rd lens 61, and image side 61b. This acid-resisting infrared cut coat has the same configuration as what was shown in the 2nd example, and a spectral transmittance property, and is conditional expression (1), (2), and (3). It is satisfied.

[0080] Moreover, an acid-resisting coat is prepared from a tolerant problem, and it does not break into body side 59a of the 1st lens 59, but the common acid-resisting coat is established in the body sides 59a and 61a and lens sides other than image side 61b. The tip illumination-light study system 49 and a light guide 53 are the same configurations as the 3rd example.

[0081] Drawing 16 is a graph which shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 56 and the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49 in this example. m line shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 56, and the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49 among drawing. The value of K_t is conditional expression (9). It is related and the inclination of the product of spectral transmittance with a wavelength [in the image pick-up optical system 56] of 620nm and spectral transmittance with a wavelength [in the tip illumination-light study system 49] of 620nm is shown. Moreover, l line shows the product of the spectral transmittance of the conventional image pick-up optical system (C5000 by Hoya Corp. with a thickness of 1.6mm is prepared as a compensating filter, and the common acid-resisting coat is prepared), and the spectral transmittance of a tip illumination-light study system. As shown in drawing 16, also in this example, it turns out that the spectral transmittance property is similar with the conventional thing.

[0082] As mentioned above, in this example, maintaining the compatibility of a system with equipment conventionally, since the same color reproduction nature as the conventional thing could be realized and it did not moreover need to have an absorption mold color correction filter into image pick-up optical system like the image pick-up equipment of the 3rd example, shortening of the tip hard division manager of an endoscope is attained further, and a patient's pain mitigation can be aimed at.

[0083] In addition, although the acid-resisting infrared cut coat is established in this and the both sides in the tip illumination-light study system 49 put side by side the inside of the image pick-up optical system 56 in this example, all acid-resisting infrared cut coats may be established in either the image pick-up optical system 56 or the tip illumination-light study system 49.

[0084] the dielectric which forms the acid-resisting infrared cut coat used in the 1st thru/or the 5th example here -- MgF_2 ZrO_2 it is -- although -- as the dielectric which is not necessarily restricted to these and has the refractive index of height -- for example, TiO_2 SiO_2 You may use. Moreover, in the 3rd thru/or the 5th example, since the acid-resisting coat is not established in the lens side which is in a body side most, respectively, the spectral transmittance of the wavelength of the visible region in an illumination-light study system or image pick-up optical system is a little low. Then, if an acid-resisting coat with sufficient resistance is established in this field with a precise film configuration by sputtering, the ion forming-membranes method, etc., the spectral transmittance of the wavelength of a visible region can be raised sharply.

[0085] 6th example drawing 17 is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment concerning this example is shown. This image pick-up equipment is carried in the endoscope which performs YAG laser treatment. As shown in drawing 17, the image pick-up equipment 65 of this example arranges and constitutes the image pick-up optical system 66 and an image sensor 67 sequentially from the body side which is not illustrated. The cable 68 for transmitting a picture signal to the processor which is not illustrated is connected to the image sensor 67. The image pick-up optical system 66 arranges and constitutes a concave lens 69, a convex lens 70, a convex lens 71, the absorption mold laser cut filter 72, and the cover glass 73 of an image sensor sequentially from the body side which is not illustrated. Drawing 74 is arranged between the concave lens 69 and the convex lens 70.

[0086] In image side 69b of a concave lens 69, it is interference film A (1). In body side 70a of a convex lens 70, it is interference film A (2). In image side 70b of a convex lens 70, it is interference film A (3). In image side 71b of a convex lens 71, it is interference film A (4). It is prepared, respectively. Moreover, an acid-resisting coat is not established in body side 69a of a concave lens 69 from a tolerant reason, but the common acid-resisting coat is established in body side 71a of a convex lens 71. HA-15 by Hoya Corp. with a thickness of 1.2mm are used for the absorption mold laser cut filter 72.

[0087] Drawing 18 is interference film A (1) prepared in the image pick-up optical system 66 of this example. Or A (4) It is drawing showing a configuration. As shown here, it is interference film A (1). Or A (4) MgF_2 which is all the dielectric of a low refractive index ZrO_2 which is the dielectric of a layer and a high refractive index Five layers of layers are piled up by turns, and it is MgF_2 of a low refractive index. The laminating of the layer is carried out to the outermost part. Moreover, MgF_2 of this outermost part. The optical thickness of a layer is thin compared with the optical thickness of other layers. In addition, the numeric value shown all over drawing is the optical thickness (nd) in each class.

[0088] At this example, it is interference film A (1). Or A (4) And the absorption mold laser cut filter 72 is constituted so that the above-mentioned conditional expression (10) thru/or (13) may be satisfied, namely, $T_{va}(j) > 98\%$ ($j = 1, 2, 3, 4$) it is, moreover, interference film A (1) Or A (4) and the spectral transmittance of an YAG laser with a wavelength λ in the absorption mold laser cut filter 72 of 1064nm -- $T_{ia}(j) = 55\%$ $T_{ab} = 3\%$ -- $T_{ia}(1) \times \dots \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(3) \times \dots \times T_{ia}(4)$ It is $xT_{ab} = 0.3\%$.

[0089] When only the conventional absorption mold laser cut filter is used by the above, in order to make

the spectral transmittance of an YAG laser 0.3% At this example, it is interference film A (J) (J= 1, 2, 3, 4) to having set thickness of a filter to 2mm. By using, thickness could be set to 1.2mm for the absorption mold laser cut filter, and the overall length of the image pick-up optical system 66 was able to be shortened.

[0090] 7th example drawing 19 is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment concerning this example is shown. This image pick-up equipment is carried in the endoscope in which two kinds of laser treatment, an YAG laser and semiconductor laser, is possible. As shown in drawing 19 , the image pick-up equipment 75 of this example arranges and constitutes the image pick-up optical system 76 and an image sensor 77 sequentially from the body side which is not illustrated. The cable 78 for transmitting a picture signal to the processor which is not illustrated is connected to the image sensor 77. The image pick-up optical system 76 arranges and constitutes a concave lens 79, a convex lens 80, a convex lens 81, the absorption mold laser cut filter 82, and the cover glass 83 of an image sensor sequentially from the body side which is not illustrated.

[0091] In body side 80a of a convex lens 80, it is interference film A (1). In image side 82b of the absorption mold laser cut filter 82, it is interference film A (2). It is prepared. Moreover, interference film B1 which cuts YAG laser light into body side 81a of a convex lens 81 Interference film B-2 which cuts semiconductor laser light into body side 82a of the absorption mold laser cut filter 82 It is prepared. Moreover, an acid-resisting coat is not established in body side 79a of a concave lens 79 from a tolerant reason, but the common acid-resisting coat is established in each other lens sides.

[0092] To a visible ray, conditional expression (14) consists of image pick-up equipment 75 of this example so that conditional expression (15) thru/or (17) may be satisfied to an YAG laser and semiconductor laser. Interference film A to an YAG laser with a wavelength of 1064nm and semiconductor laser with a wavelength of 810nm (1) A (2) B1 and B-2 And the spectral transmittance of the absorption mold laser cut filter 82 is shown below.

[0093] interference film A (1) A (2) B1 and the spectral transmittance of an YAG laser with a wavelength [in the absorption mold laser cut filter 82] of 1064nm -- $T_{ia} (1) = 55\%$ -- $T_{ia} (2) = 57\%$ $T_{ab} = 22\%$ $T_{in} = 6\%$ (interference film B1)

$T_{ia} (1) \times T_{ia} (2)$ It is $xT_{in} \times T_{ab} = 0.4\%$.

[0094] interference film A (1) A (2) B-2 and receiving semiconductor laser with a wavelength [in the absorption mold laser cut filter 82] of 810nm spectral transmittance -- $T_{ia} (1) = 45\%$ -- $T_{ia} (2) = 51\%$ $T_{ab} = 9\%$ $T_{in} = 6\%$ (interference film B-2)

$T_{ia} (1) \times T_{ia} (2)$ It is $xT_{in} \times T_{ab} = 0.1\%$.

[0095] In addition, interference film A used in this example (1) A (2) The configuration is the same as that of what was shown in the 6th example. Interference film A (1) Interference film A (2) Spectral transmittance differs, because the refractive indexes of the lens which is a substrate differ.

[0096] Thus, the image pick-up equipment of this example can attain shortening of the tip hard division manager of an endoscope by having attained shortening of the overall length of image pick-up optical system, without using an excessive filter, when it can carry in the endoscope in which two kinds of laser treatment, an YAG laser and semiconductor laser, is possible.

[0097] As explained above, this invention is combined with the feature indicated to the claim, and it is following (1). It also has the feature as shown in (16).

[0098] (1) Said interference film is an interference film according to claim 1 characterized by having formed the layer of the dielectric of a low refractive index, and the layer of the dielectric of a high refractive index by turns, and forming nine layers of layers of the dielectric of a low refractive index in the outermost part in piles from five layers.

[0099] (2) The above characterized by forming thinly the optical thickness of the dielectric of the layer of the outermost part of said interference film compared with the optical thickness of other layers (1) Interference film of a publication. However, optical thickness is the product of the refractive index of a dielectric, and the physical thickness of a dielectric.

[0100] (3) Image pick-up equipment characterized by preparing the interference film which decreases the permeability of the light which prevents from blue reflection of the visible ray applied green, and is applied to near-infrared from red gently-sloping into said image pick-up optical system in the image pick-up equipment which equipped the wavelength region applied to a near infrared ray from image pick-up optical system and a visible ray with the image sensor which has sensitivity.

[0101] (4) The above whose spectral transmittance property of the whole image pick-up optical system equipped with said interference film is characterized by making it satisfy the conditional expression shown below (3) Image pick-up equipment of a publication.

$T_{vo} > 80\% T_{io} < 15\% \cdot 2\% / \text{nm} < K_o < 0.5\% / \text{nm}$ however spectral transmittance [in / in T_{vo} / said whole image pick-up optical system] with a wavelength of 420nm - 530nm, spectral transmittance with a wavelength [in / in T_{io} / said whole image pick-up optical system] of 720nm - 920nm, and K_o show the inclination of spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 620nm.

[0102] (5) Image pick-up equipment of the endoscope by which the tip illumination-light study system is prepared in the illumination-light study system of image pick-up equipment according to claim 2, and the product of the spectral transmittance of this whole tip illumination-light study system and the spectral transmittance of the whole image pick-up optical system is satisfying conditional expression shown below characterized.

$T_{vt} > 75\% T_{it} < 15\% \cdot 2\% / \text{nm} < K_t < 0.5\% / \text{nm}$ however The product of spectral transmittance with a wavelength [in / in T_{vt} / said whole tip illumination-light study system] of 420nm - 530nm, and spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 420nm - 530nm, The product of spectral transmittance with a wavelength [in / in T_{it} / said whole tip illumination-light study system] of 720nm - 920nm, and spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 720nm - 920nm, K_t shows the inclination of the product of spectral transmittance with a wavelength [in said whole tip illumination-light study system] of 620nm, and spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 620nm.

[0103] (6) The illumination-light study system of image pick-up equipment according to claim 2 is image pick-up equipment of the endoscope by which a tip illumination-light study system, a light guide, and an incidence one end optical element are consisted of, and the product of the spectral transmittance of said tip illumination-light study system, the spectral transmittance of said incidence one end optical element, and the spectral transmittance of said image pick-up optical system is satisfying conditional expression shown below characterized.

$T_{vt} > 75\% T_{it} < 15\% \cdot 2\% / \text{nm} < K_t < 0.5\% / \text{nm}$ however The product of spectral transmittance with a wavelength [in / in T_{vt} / said whole tip illumination-light study system] of 420nm - 530nm, spectral transmittance with a wavelength [in said incidence one end optical element] of 420nm - 530nm, and

spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 420nm - 530nm, The product of spectral transmittance with a wavelength [in / in Tit / said whole tip illumination-light study system] of 720nm - 920nm, spectral transmittance with a wavelength [in said incidence one end optical element] of 720nm - 920nm, and spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 720nm - 920nm, Kt shows the inclination of the product of spectral transmittance with a wavelength [in said whole tip illumination-light study system] of 620nm, spectral transmittance with a wavelength [in said incidence one end optical element] of 620nm, and spectral transmittance with a wavelength [in said whole image pick-up optical system] of 620nm.

[0104] (7) The interference film according to claim 1 characterized by making it decrease the permeability of the light which prevents reflection of the visible ray applied green from blue, and is applied to near-infrared from red gently-sloping.

[0105] (8) The above characterized by making it decrease the permeability of the light which prevents reflection of the visible ray applied green from blue, and is applied to near-infrared from red gently-sloping (1) Interference film of a publication.

[0106] (9) The above characterized by making it decrease the permeability of the light which prevents reflection of the visible ray applied green from blue, and is applied to near-infrared from red gently-sloping (2) Interference film of a publication.

[0107] (10) Above (7) Or (9) Image pick-up equipment characterized by performing color correction with an interference film given in any they are, and the compensating filter which absorbs the light applied to near-infrared from red.

[0108] (11) Above (7) Or (9) Image pick-up equipment by which it is performing [using an interference film given in any they are two or more]-color correction characterized.

[0109] (12) Said image pick-up optical system or said illumination-light study system is the above (3) by which it is had and constituting-lens which has refractive power of four or less sheets characterized, (4), (5), (10), and (11). Image pick-up equipment given in any they are.

[0110] (13) The endoscope using image pick-up equipment given in any of the above (3), (4), (5), (10), (11), and (12) they are.

[0111] (14) In the image pick-up equipment of the endoscope which performs the lasing using the laser light of near-infrared wavelength Interference film A which decreases the permeability of the laser light of the filter which absorbs the laser light of one or more sheets in the image pick-up optical system of the image pick-up equipment, and N side (J) (J= 1, 2 and 3, ..., N) The interference film B which decreases the permeability of laser light is formed. Said interference film A (J) And image pick-up equipment with which the property of the interference film B is characterized by satisfying the conditional expression shown below.

$T_{va}(J) < 98\%$ (J= 1, 2 and 3, ..., N) $30\% \leq T_{ia}(J) < 60\%$ (J= 1, 2 and 3, ..., N) $T_{inx}T_{ab} < 5\%$ $T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(N) \times T_{ab} < 1\%$ - however $T_{va}(J)$ Jth interference film A (J) Spectral transmittance with a wavelength [per page] of 420nm - 530nm, $T_{ia}(J)$ Jth interference film A (J) Spectral transmittance in the wavelength of the laser light per page, The spectral transmittance in the wavelength of laser light [in / in Tin / said interference film B], the spectral transmittance in the wavelength of the laser light in the filter with which T_{ab} absorbs said laser light, and N are said interference film A (J). The number of pages is shown.

[0112] (15) Said interference film A (J) Image pick-up equipment given in claim 3 or the above (14)

characterized by having formed the dielectric layer of a low refractive index, and the layer of the dielectric of a high refractive index by turns, and forming nine layers of layers of the dielectric of a low refractive index in the outermost part in piles from five layers.

[0113] (16) Said interference film A (J) Image pick-up equipment given in the above (15) characterized by forming the optical thickness of the dielectric of the outermost layer so that it may become thin compared with the optical thickness of other layers. However, optical thickness is the product of the refractive index of a dielectric, and the physical thickness of a dielectric.

[0114]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, in the image pick-up equipment which equipped the wavelength region applied to a near infrared ray from image pick-up optical system and a visible ray with the image sensor which has sensitivity, manufacturability is good, and is cheap, the overall length of image pick-up optical system is short, and the image pick-up equipment which was excellent in color reproduction nature can be offered. Moreover, if the image pick-up equipment of this invention is used for an endoscope, though compatibility with equipment will be maintained conventionally, it has the outstanding repeatability, and an overall length is short and a bright endoscope can be realized. Furthermore, the image pick-up equipment of this invention does so the effect that it is possible to use also for the endoscope in which laser treatment is possible, and turbulence of the observation image which considers intense laser as a cause especially can be prevented.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment concerning the 1st example is shown.

[Drawing 2] It is drawing showing the configuration of the acid-resisting infrared cut coat prepared into the image pick-up optical system 21 shown in drawing 1.

[Drawing 3] It is the graph which shows the spectral transmittance property of the absorption mold color correction filter and acid-resisting infrared cut coat which are used for the image pick-up equipment of the 1st example, and a common acid-resisting coat.

[Drawing 4] It is the partial enlarged view of the graph shown in drawing 3.

[Drawing 5] It is the graph which shows the spectral transmittance property of the image pick-up optical system 21.

[Drawing 6] It is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment concerning the 2nd example is shown.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration of the acid-resisting infrared cut coat prepared into the image pick-up optical system 31 shown in drawing 6.

[Drawing 8] It is the graph which shows the spectral transmittance property of the absorption mold color correction filter and acid-resisting infrared cut coat which are used for the image pick-up equipment of the 2nd example, and a common acid-resisting coat.

[Drawing 9] It is the partial enlarged view of the graph shown in drawing 8.

[Drawing 10] It is the graph which shows the spectral transmittance property of the image pick-up optical system 31.

[Drawing 11] It is a cross section in alignment with the optical axis in which signs that the image pick-up equipment of the 3rd example was carried in the endoscope point are shown.

[Drawing 12] It is the graph which shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 40, and the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49.

[Drawing 13] It is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment concerning the 4th example is shown.

[Drawing 14] It is the graph which shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 40, the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49, and the spectral transmittance of the incidence one end optical element 54.

[Drawing 15] It is a cross section in alignment with the optical axis in which signs that the image pick-up

equipment of the 5th example was carried in the endoscope point are shown.

[Drawing 16] It is the graph which shows the product of the spectral transmittance of the image pick-up optical system 56, and the spectral transmittance of the tip illumination-light study system 49.

[Drawing 17] It is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment of the 6th example is shown.

[Drawing 18] It is drawing showing the configuration of the acid-resisting infrared cut coat prepared into the image pick-up optical system 66 shown in drawing 17.

[Drawing 19] It is a cross section in alignment with the optical axis in which the configuration of the image pick-up equipment of the 7th example is shown.

[Drawing 20] It is drawing showing an example of the conventional electronic endoscope system.

[Drawing 21] It is the graph which shows the spectral sensitivity of an image sensor, and the spectral transmittance property of the conventional filter.

[Drawing 22] It is drawing showing the configuration of the electronic endoscope system in which laser treatment is possible.

[Drawing 23] It is drawing showing the configuration of the image pick-up optical system using the conventional absorption mold color correction filter.

[Description of Notations]

1 Main Part of Endoscope

1a Channel

2 Processor

3 Light Source

4 Monitor

5 53 Light guide

6A, 48 Illumination-light study system

6B, 49 Tip illumination-light study system

6C, 54 Incidence one end optical element (single fiber lot)

7, 13, 21, 31, 40, 56, 66, 76 Image pick-up optical system

8, 22, 32, 41, 57, 67, 77 Image sensor

9, 42, 58, 68, 78 Cable

10 Photographic Subject

10a Affected part

11 Laser Probe

12 Laser Equipment

14, 15, 24, 34, 70, 71, 80, 81 Convex lens

16, 25, 46 Absorption mold color correction filter

20, 30, 39, 55, 65, 75 Image pick-up equipment

23, 69, 79 Concave lens

25a, 33a, 34a, 35a, 43a, 50a, 52a, 54a, 59a, 61a, 69a, 70a, 71a, 79a, 80a, 81a, 82a Body side

25b, 33b, 34b, 52b, 54b, 61b, 69b, 70b, 71b, 82b Image side

26 35 Field lens

27, 36, 47, 62, 73, 83 Image sensor cover glass

33 Cover Glass

43, 50, 59 The 1st lens

44, 51, 60 The 2nd lens

45, 52, 61 The 3rd lens

72 82 Absorption mold laser cut filter

74 Drawing

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-131521

(P2000-131521A)

(43) 公開日 平成12年5月12日 (2000.5.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 5/28		G 0 2 B 5/28	2 H 0 4 0
A 6 1 B 1/00	3 0 0	A 6 1 B 1/00	3 0 0 H 2 H 0 4 8
	1/04	1/04	3 7 0 4 C 0 6 1
G 0 2 B 23/24		G 0 2 B 23/24	B 5 C 0 2 2
H 0 4 N 5/225		H 0 4 N 5/225	C 5 C 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-305869

(22) 出願日 平成10年10月27日 (1998. 10. 27)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72) 発明者 平田 唯史

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100065824

弁理士 篠原 泰司 (外1名)

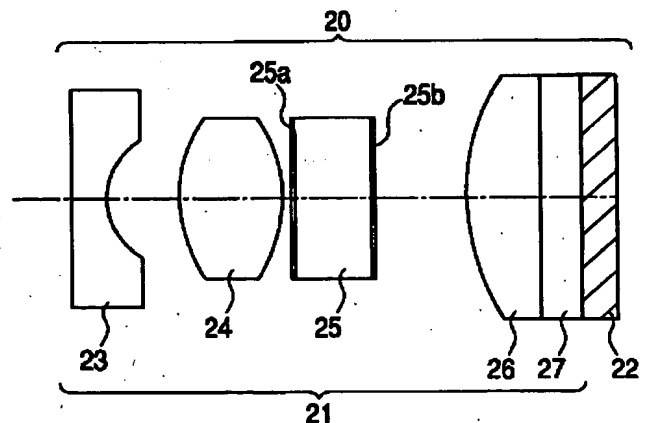
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 干渉膜およびこれを用いた撮像装置

(57) 【要約】

【課題】 撮像光学系と、可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子を備えた撮像装置に用いるのに好適な干渉膜を提供する。かかる干渉膜を用いることにより、生産性がよく、安価で、撮像光学系の全長を短縮しつつ、明るく、かつ色再現性が優れた撮像装置を提供する。

【解決手段】 本発明の撮像装置20は、撮像光学系21と、可視光線から近赤外線にかけて波長域に感度を有する撮像素子22からなる。撮像光学系21は、図示しない物体側から順に、凹レンズ23、凸レンズ24、吸収型色補正フィルター25、フィールドレンズ26、および撮像素子カバーガラス27を配置して構成している。吸収型色補正フィルター25の物体側面25aおよび像側面25bには、青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させる干渉膜を設けている。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 以下に示す条件式を満足することを特徴とする干渉膜。

$$\times T_v > 98\%$$

$$\circ 30\% < T_i < 60\%$$

$$-0.6\%/nm < K < -0.2\%/nm$$

但し、 T_v は前記干渉膜における420nm～530nmの波長の分光透過率、 T_i は前記干渉膜における720nm～920nmの波長の分光透過率、 K は前記干渉膜における620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。

【請求項2】 光源と照明光学系と撮像光学系と可視光線から近赤外線領域にかけて感度をもつ撮像素子を有する撮像装置において、

青から緑にかけての可視光線の反射を防止し、赤から近赤外線の光の透過率をなだらかに減少させるような干渉膜を前記撮像光学系の中または前記照明光学系の中の少なくとも一方に設けたことを特徴とする撮像装置。

【請求項3】 近赤外の波長のレーザー光を用いてレーザー処理を行う内視鏡に用いる撮像装置であって、該撮像装置を構成する撮像光学系中に、1枚以上のレーザー光を吸収するフィルターと、N面のレーザー光の透過率を減少させる干渉膜A(J) (J=1, 2, …, N) を設け、かつ、以下に示す条件式を満足する内視鏡の撮像装置。

$$T_{va}(J) > 98\% \quad (J=1, 2, \dots, N)$$

$$30\% < T_{ia}(J) < 60\% \quad (J=1, 2, \dots, N)$$

$$T_{ab} < 5\%$$

$$T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(N) \times T_{ab} < 1\%$$

但し、 $T_{va}(J)$ は前記干渉膜A(J)における420nm～530nmの波長の分光透過率、 $T_{ia}(J)$ は前記干渉膜A(J)におけるレーザー光の波長での分光透過率、 T_{ab} は前記レーザー光を吸収するフィルターにおけるレーザー光の波長での分光透過率、 N は前記干渉膜A(J)の面数を示す。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、赤から近赤外線にかけての波長の透過率を減少させる干渉膜、およびこれを用いた撮像装置、特に電子内視鏡、デジタルカメラ、監視カメラ、ビデオカメラ等に好適な撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、CCD等の撮像素子は、電子内視鏡やデジタルカメラ、監視カメラ、ビデオカメラ等様々な製品に用いられている。これらの製品はできるだけ小型であることが望ましい。このため、それらの製品に用いられる撮像素子を備えた撮像装置の小型化も要求されている。特に、電子内視鏡の分野では、患者の苦痛軽減

2

や観察性能の向上のために、先端硬質部長（内視鏡先端の曲がらない部分の長さ）の短縮が求められており、当然内視鏡先端部に配置される撮像装置の撮像光学系の全長の短縮も望まれている。

【0003】図20は従来の電子内視鏡システムの一例を示す図である。まず、この図に基づき一般的な内視鏡システムの構成を説明する。図20に示すように、電子内視鏡システムは、主に、内視鏡本体1、プロセッサ2、光源3、モニター4からなる。内視鏡本体1は、照明光学系6Aと撮像光学系7、撮像素子8、撮像素子8からの信号をプロセッサ2へ送信するためのケーブル9からなる。照明光学系6Aは、さらに、先端照明光学系6Bとライトガイド5、単ファイバロット6Cから構成されている。そして、光源3からの光は、照明光学系6Aを介して被写体10へ向けて照射される。被写体10からの反射光は、撮像光学系7によって撮像素子8上に像を結ぶ。この像は撮像素子8で電気信号に変換され、ケーブル9を介してプロセッサ2へ送られる。さらに、プロセッサ2では電気的処理が行われ、被写体10の像がモニター4上に表示される。

【0004】内視鏡本体1は交換可能になっており、人体に挿入する部位やその他の用途によってそれぞれ最適なものを使用する。この場合、プロセッサ2、光源3、モニター4は共通のものを使用できるので、場所や機材費用を節約できる。

【0005】ところで、電子内視鏡で用いられる撮像素子に限らず、一般の撮像素子は図21のグラフのI線で示したように、赤から近赤外にかけての波長に対して感度のピークがくるような特性を有している。このため、撮像素子を使用する場合は、光学系の中に赤から近赤外にかけての波長の透過率を減少させるフィルター（以下、色補正フィルターという）を挿入して色バランスをとる必要がある。なお、このような色補正フィルターには、吸収型、干渉型の2つの種類がある。

【0006】吸収型色補正フィルターは赤から近赤外にかけての波長を吸収するイオンを含有した色ガラスを用いたフィルターで、図21のII線に示すように、赤から近赤外にかけての波長の分光透過率をなだらかに減少させるのが特徴である。吸収型色補正フィルターには、例えば、HOYA社製のC5000、CM5000等がある。

【0007】干渉型色補正フィルターはガラス基板上に低屈折率の物質と高屈折率の物質をそれぞれ所定の厚さで数十層重ねて形成したもので、干渉作用によって不要な光を反射させる作用を備えたフィルターである。干渉型色補正フィルターは、図21のIII線に示すように、ある波長付近の分光透過率を急激に減少させる特徴を有している。

【0008】撮像素子を備えた撮像装置中の撮像光学系では、色補正フィルター以外に、レンズ等の各光学素子

(3)

3

の表面に反射防止コートが施されている。反射防止コートは、光学系全体の明るさの低下を防止し、ゴーストやフレアの発生を防止するためのものである。このような反射防止コートは、光学素子の表面に誘電体の薄膜を1層から5層程度積層して形成し、可視光線の反射率を数%以下に抑えたものが一般的である。

【0009】その一例としては、 MgF_2 と ZrO_2 を用いた5層構成の反射防止コートがあげられる。図21のIV線は、この反射防止コートの分光透過率を示したものである。このグラフからも分かるように、一般の反射防止コートは、撮像素子が感度を有する720～920nm付近の近赤外線域の波長に対しては80%以上の分光透過率を有しているため、撮像素子を用いた場合には色補正フィルターとして機能しない。

【0010】内視鏡分野では、例えばYAGレーザーや半導体レーザー等、近赤外線の波長域に発振波長を有するレーザーを用いた処置が行われている。図22はレーザー処置が可能な電子内視鏡システムの構成を示す図である。レーザー処置が可能な電子内視鏡システムでは、図20に示した構成の他、内視鏡本体1に設けられたチャンネル1a内にレーザープローブ11を通し、このレーザープローブ11に接続されたレーザー装置12からのレーザー光を被写体10の患部10aへ向けて照射できるようにになっている。

【0011】このような電子内視鏡システムにおいて、レーザー処置を行う場合、強烈なレーザー光がレーザープローブ11の先端から出射され、それが患部10aで反射して撮像光学系7を通り撮像素子9に入射することがしばしば発生する。このような状態が発生すると、モニター4上に表示される観察画面が白くなり、患部10aの観察が不可能になる。そこで、このような不具合を防止するため、レーザー処置が可能な内視鏡では、撮像素子8の内部にレーザー光をカットする手段が備えられている。

【0012】不要なレーザー光をカットする手段としては、内視鏡の撮像光学系中にレーザー光を吸収するフィルターを設ける方法がある。また、レーザー光を反射する干渉型フィルターとレーザー光を吸収する吸収型フィルターの2つを組み合わせるレーザー光をカットする方法もある。干渉型フィルターは、高屈折率の誘電体層と低屈折率の誘電体層とを交互に数十層積層したものが用いられる。また、最近ではYAGレーザーと半導体レーザーの2種類のレーザーが使えるように、それぞれのレーザーに対応したレーザーカットフィルターを撮像光学系中に設けたものもある。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】前述したように、電子内視鏡システムに撮像素子を用いる場合には、撮像光学系中に色補正フィルターを設ける必要があるが、従来の色補正フィルターには以下のような欠点があった。

4

【0014】吸収型色補正フィルターの場合

近年の技術の進歩によって電子撮像素子は小型になってきているが、撮像素子の分光感度特性自体は従来と殆ど変わっていない。このため従来と同じ色再現性を保つためには、色補正フィルターの分光透過率特性を従来と同じにする必要がある。吸収型色補正フィルターの分光透過率は、フィルターの赤から近赤外にかけての光線を吸収する物質の濃度とフィルターの厚さで決まるので、赤から近赤外にかけての光線を吸収する物質の濃度を従来より上げることによって、フィルターの厚さを従来より薄くできる。しかし、赤から近赤外にかけての光線を吸収する物質の濃度を上げると、可視域全体の光線の透過率が下がったり、素材が結晶化してガラスにならなかつたりする。また、フィルターの摩耗度が高くなりすぎて加工し難くなったり、耐性がなくなったりするので、フィルターを薄くすることは実際には困難である。

【0015】図23は吸収型色補正フィルターを用いた従来の撮像装置の構成示す光軸に沿う断面図である。この撮像装置では、撮像光学系13の凸レンズ14と凸レンズ15との間に吸収型色補正フィルター16が設けられているが、撮像光学系13の全長のうち吸収型色補正フィルター16が3割を占めるまでになっている。このように、従来は撮像素子の小型化は達成されていても、吸収型色補正フィルターの薄型化は達成できず、結果として撮像光学系の全長を大幅に短縮することはできないという問題があった。

【0016】干渉型色補正フィルターの場合

撮像装置を構成する撮像光学系の全長を短縮する手段として、色補正フィルターに干渉型のものを用いることも考えられる。干渉型色補正フィルターは光学素子の表面に誘電体の薄膜を数十層積層して形成するもので、干渉膜自体の厚さは数 μm 程度と非常に薄いものである。したがって、干渉型色補正フィルターを用いる場合は、膜を形成する基板を薄くすれば吸収型のフィルターに比べて撮像光学系の全長の短縮化を達成できる。また、干渉膜を平行平板でなく、レンズの表面等に直接形成すると、レンズと色補正フィルターとを一体化できるので、撮像光学系の全長をさらに短縮することができる。

【0017】干渉型色補正フィルターを用いた例としては、特開平5-20735号公報に開示されているものがある。ここに示されている干渉型色補正フィルターは波長が430～650nmまでの光線はほぼフラットに透過させ、波長が700nm以上の赤外域の光線は殆ど通さない特性を有している。ここで用いられている干渉型色補正フィルターの層数は25であるが、一般には、近赤外域の光線の透過率を広い範囲にわたって低く抑えるために干渉膜の層数が20～40程度である干渉型色補正フィルターが用いられる。しかし、干渉膜の層数が多くなると、成膜するときの膜厚の制御が非常に難しくなるため、通常の反射防止コートを形成するための簡単な

5

蒸着装置では成膜が困難になる。このため、非常に精密な成膜装置が必要となり、フィルターの製造コストの増加につながる。

【0018】また、干渉型色補正フィルターを用いた場合、フィルターの分光透過率は可視域全域にわたりほぼ平らな特性を示すのに対して、撮像素子は赤から近赤外にかけての波長域に感度のピークがあるので、出力される信号は、色信号の青や緑の成分に対して赤の成分が相対的に強くなってしまい、色バランスが崩れるという欠陥があった。

【0019】特に、電子内視鏡のように、複数の内視鏡本体に対し共通のビデオプロセッサや光源を使用するシステムでは、従来の吸収型色補正フィルターのために調整されたプロセッサや光源に対して干渉型色補正フィルターを使用した内視鏡本体（撮像装置）を用いると、フィルターの分光透過率特性が吸収型と干渉型とは全く異なるため色バランスが大幅に崩れてしまう。このため、従来のシステムとの互換性を保ったままでは、光学系に干渉型色補正フィルターを使用できず、撮像光学系の全長の短縮化は不可能である。

【0020】レーザー処置に対応している内視鏡の撮像光学系の場合

レーザー処置を行う内視鏡では、吸収型レーザーカットフィルターのみを用いるか、干渉型レーザーカットフィルターと吸収型レーザーカットフィルターを組み合わせることでレーザー光を減衰させていた。しかし、何れにしても、吸収型レーザーカットフィルターの厚さを従来より薄くすると、レーザー光の減衰率が低下してしまい、レーザー光の影響で観察画面が乱れてしまうという不具合が発生する。このため、従来の方法では吸収型レーザーカットフィルターを薄くすることができず、撮像光学系の全長の短縮化を阻む大きな原因となっていた。

【0021】この問題に対しては、干渉型レーザーカットフィルターをもう1枚撮像光学系中に設けることで解決することは可能である。しかし、従来の干渉型レーザーカットフィルターは膜の層数が数十層もあるので、成膜するのに時間がかかる上、膜厚の制御も困難であることから、高精度の成膜装置を使用しなければならない。したがって、干渉型レーザーカットフィルターを2枚も使用すると大幅にコストが上昇してしまうという問題が生じる。

【0022】そこで、上記のような従来技術の問題点を鑑み、本発明は、撮像光学系と可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子を備えた撮像装置に用いるのに好適な干渉膜を提供することを目的とする。また、かかる干渉膜を用いることにより、生産性がよく、安価で、撮像光学系の全長を短縮しつつ、明るく、かつ色再現性が優れた撮像装置を提供することを目

(4)

6

* 的とする。さらに、内視鏡に用いる際に、従来の機種との互換性を保持したまま、色再現性がよく、全長が短く、明るく、かつ患者の苦痛の軽減が図れる撮像装置を提供することを目的としている。また、特にレーザー処置が可能な内視鏡に用いる場合には、かかる利点に加え、強烈なレーザーによる観察画面の乱れを防止できる撮像装置を提供することを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明は以下のような特徴を備えている。

【0024】請求項1にかかる発明は、以下に示す条件式を満足する干渉膜に関するものである。

$$T_v > 98\%$$

$$30\% < T_i < 60\%$$

$$-0.6\%/nm < K < -0.2\%/nm$$

但し、 T_v は前記干渉膜における420nm～530nmの波長の分光透過率、 T_i は前記干渉膜における720nm～920nmの波長の分光透過率、 K は前記干渉膜における620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。

【0025】請求項2にかかる発明は、光源と照明光学系と撮像光学系と可視光線から近赤外線の波長域にかけて感度をもつ撮像素子を有する撮像装置において、青から緑にかけての可視光線の反射を防止し、赤から近赤外線の光の透過率をなだらかに減少させるような干渉膜を撮像光学系の中または照明光学系の中の少なくとも一方に設けたことを特徴とする撮像装置である。

【0026】請求項3にかかる発明は、近赤外の波長のレーザー光を用いてレーザー処理を行う内視鏡に用いる撮像装置であって、この撮像装置を構成する撮像光学系中に、1枚以上のレーザー光を吸収するフィルターと、N面のレーザー光の透過率を減少させる干渉膜A(J) (J=1,2,...,N) を設け、かつ、以下に示す条件式を満足する撮像装置に関するものである。

$$T_{va}(J) > 98\% \quad (J=1,2,\dots,N)$$

$$30\% < T_{ia}(J) < 60\% \quad (J=1,2,\dots,N)$$

$$T_{ab} < 5\%$$

$$T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(N) \times T_{ab} < 1\%$$

但し、 $T_{va}(J)$ は前記干渉膜A(J)における420nm～530nmの波長の分光透過率、 $T_{ia}(J)$ は前記干渉膜A(J)におけるレーザー光の波長での分光透過率、 T_{ab} は前記レーザー光を吸収するフィルターにおけるレーザー光の波長での分光透過率、Nは前記干渉膜A(J)の面数を示す。

【0027】

【発明の実施の形態】本発明の干渉膜は次の条件式を満足することが必要である。

$$\dots (1)$$

$$\dots (2)$$

$$T_v > 98\%$$

$$30\% < T_i < 60\%$$

(5)

7

$$-0.6\%/nm < K < -0.2\%/nm \quad \dots (3)$$

但し、 T_v は前記干渉膜における420nm～530nmの波長の分光透過率、 T_i は前記干渉膜における720nm～920nmの波長の分光透過率、 K は前記干渉膜における620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。

【0028】条件式(1)～(3)は従来の吸収型色補正フィルターの特性に近づけるためのものである。条件式(1)は本発明の干渉膜を施した光学系の明るさを確保するための条件を示している。 T_v の値が98%以下になると光量ロスが顕著になり、干渉膜を透過した光が暗くなってしまう。条件式(2)は干渉膜の製造の難易度と色補正機能とのバランスをとるための条件を示している。 T_i の値が30%以下になると、本発明の干渉膜を形成する薄膜の積層量が多くなり、膜厚の制御が難しくなるので成膜のコストが増大してしまう。一方、 T_i の値が60%以上になると、色補正の効果が弱くなるため、好ましくない。条件式(3)は撮像素子における青、緑、赤の色バランスをとるための条件を示している。 K が条件式(3)を満足することにより、本発明の干渉膜を透過する赤色光の光量を徐々に減少させることができ、本発明の干渉膜を施した光学系を透過する青、緑、赤の色バランスを良好に保つことができる。

【0029】さらに、本発明の干渉膜は、低屈折率の誘電体層と高屈折率の誘電体層を交互に5層から9層重ね、低屈折率の誘電体層を最も外側に形成するとよい。*

$$T_v > 80\% \quad \dots (4)$$

$$T_i < 15\% \quad \dots (5)$$

$$-2\%/nm < K < -0.5\%/nm \quad \dots (6)$$

但し、 T_v は前記撮像光学系全体における420nm～530nmの波長の分光透過率、 T_i は前記撮像光学系全体における720nm～920nmの波長の分光透過率、 K は前記撮像光学系全体における620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。

【0033】条件式(4)は前記撮像光学系全体における可視光線の透過率を規定したものである。この条件を満たしていない場合には従来のものよりも光量ロスが多くなり、明るい観察画像が得られない。また、条件式(4)は内視鏡の光学系のように最も物体側の面に反射防止コートを設けることができない場合の条件を定めたものである。但し、内視鏡の光学系でも、特に耐性に関して厳しくない等の理由で最も物体側の面に反射防止コートを設けることが可能な場合には、最も物体側の面での光量ロスが減少するので、

$$T_v > 90\% \quad \dots (4')$$

と条件を厳しくすることもできる。条件式(5)は赤外線をカットするための条件を示している。 T_i の値が15%以上になる場合は、撮像素子に不要光である赤外線が入射し、得られる観察画像の画質が劣化する。条件式(6)は青、赤、緑の色成分のバランスを良好に保つため

8

*また、この干渉膜において、最も外側の誘電体層の光学的厚みが他の層の光学的厚みに比べて薄くなっていることが好ましい。但し、光学的厚みとは誘電体の屈折率と誘電体の物理的な厚みとの積である。

【0030】この場合、層数が5より少ないと条件式(2)の $T_i < 60\%$ を満足できなくなる。一方、層数が9層より多いと成膜時の膜厚の制御が難しく、成膜時のコストが上昇してしまう。そこで、層数を5にすると、各々の層の厚さを変えるだけで従来の反射防止コートの層数と同じ層数にできるため、成膜のための設備を共有化できるメリットがある。さらに、低屈折率の層を最も外側に形成し、光学的厚みを他の層に比べて薄くすることによって、条件式(1)を満足することが可能になる。

【0031】さらに、本発明の干渉膜は、青から赤にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させる特性を有していることが好ましい。このような特性の干渉膜を、撮像光学系と可視光線から近赤外線にかけての波長領域に感度を有する撮像素子を備えた撮像装置の撮像光学系内に設ければ、得られる観察画像が明るく、色再現性も良好になる。

【0032】また、前記干渉膜を備えた撮像光学系全体の分光透過率特性は次に示す条件式を満足していることが好ましい。

30 の条件を示すものである。 K_o の値が小さくなると赤の成分が強くなりすぎ、大きくなると赤の成分が弱くなりすぎて好ましくない。

【0034】さらに、前記青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させる干渉膜（以下、反射防止赤外カットコートという）は、光源と照明光学系と撮像光学系と可視光線から近赤外線にかけての波長領域に感度を有する撮像素子を備えた内視鏡の撮像装置の撮像光学系中または照明光学系中の何れか一方に設けるとより効果的である。

40 【0035】このようにすることにより、内視鏡の先端硬質部長を短縮することができるので、患者の苦痛軽減や観察性能の向上を図ることができる。また、従来の吸収型色補正フィルター用に調整されたプロセッサや光源のシステムがそのまま使用できるので非常に有用である。

【0036】そして、このとき、前記照明光学系全体の分光透過率と前記撮像光学系全体の分光透過率との積が以下に示す条件式を満足していることが好ましい。

50

(6)

9

$$T_{vt} > 75\%$$

.... (7)

$$T_{it} < 15\%$$

.... (8)

$$-2\%/nm < Kt < -0.5\%/nm$$

.... (9)

但し、 T_{vt} は前記照明光学系全体における420nm～530nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における420nm～530nmの波長の分光透過率との積、 T_{it} は前記照明光学系全体における720nm～920nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における720nm～920nmの波長の分光透過率との積、 Kt は前記照明光学系全体における620nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における620nmの波長の分光透過率との積の傾きを示す。

【0037】条件式(7)は前記照明光学系および前記撮像光学系における可視光線の透過率を規定したものである。この条件を満たしていない場合には従来のものよりも光量ロスが多くなり、明るい観察画像が得られない。また、条件式(7)は内視鏡の光学系のように最も物体側の面に反射防止コート进行することができない場合の条件を定めたものである。但し、内視鏡の光学系でも、特に耐性に関して厳しくない等の理由で最も物体側の面に反射防止コート进行することが可能な場合には、最も物体側の面での光量ロスが減少するので、

$$T_{vt} > 90\% \quad \dots (7)$$

と条件を厳しくすることもできる。条件式(8)は赤外線をカットするための条件を示している。 T_{it} の値が15%以上になる場合は、撮像素子に不要光である赤外線が入射し、得られる観察画像の画質が劣化する。条件式(9)は青、赤、緑の色成分のバランスを良好に保つための条件を示すものである。 Kt の値が小さくなると赤の成分が強くなりすぎ、大きくなると赤の成分が弱くなりすぎて好ましくない。

【0038】以上のように、本発明の干渉膜を用いることにより、吸収型色補正フィルターを従来より薄くするか、或いは除去してしまっても、撮像光学系(若しくは照明光学系)全体で従来と同じように赤から近赤外域にかけての波長の分光透過率を十分に減少させることができ、撮像光学系の全長を短縮しつつ良好な色再現性を図ることができる。

【0039】また、前記撮像光学系中または前記照明光学系中に設けられる前記反射防止赤外カットコートさらには前述の条件式(1)～(3)を満たすように形成すれば、より効果的になる。

【0040】また、前記撮像光学系中または前記照明光学系中に設けられる前記反射防止赤外カットコートは、低屈折率の誘電体層と高屈折率の誘電体層を交互に5層から9層重ね、低屈折率の誘電体層を最も外側に形成するとよい。また、この反射防止赤外カットコートは、最も外側の誘電体層の光学的厚みが他の層の光学的厚みに比べて薄くなっていることが好ましい。但し、光学的厚みとは誘電体の屈折率と誘電体の物理的な厚みとの積で

10

ある。

【0041】ところで、分光透過率特性の調整については次の2つの方法が考えられる。

【0042】第1は、前記反射防止赤外カットコートと、赤から近赤外にかけての光線を吸収する色補正フィルター(吸収型色補正フィルター)の両方を用いる方法である。この場合の分光透過率特性は、光学系に設ける吸収型色補正フィルターの厚さと反射防止赤外カットコートを設ける面の数で調整できる。したがって、吸収型色補正フィルターをあまり薄くする必要がない場合は前記反射防止赤外カットコートを1面だけ設け、吸収型色補正フィルターを薄くするにつれて前記反射防止赤外カットコートを2面、3面と増やしていけば、それぞれの場合の分光透過率特性を似たものにすることが可能である。この方法を用いる場合には、反射防止赤外カットコートで反射された迷光を赤から近赤外にかけての光線を吸収する吸収型色補正フィルターで吸収できるので、フレアやゴーストを防止することができる。

【0043】第2は、前記反射防止赤外カットコートを複数用いる方法である。この場合、分光透過率特性の調整は光学系に設ける反射防止赤外カットコートの面数によって行う。近赤外の光線の透過率を減少させたい場合には前記反射防止赤外カットコートの面数を増やし、近赤外の光線の透過率をあまり減少させたくない場合にはその面数を減らせばよい。この方法を用いると、吸収型色補正フィルターを完全に除去することができるので、光学系の全長の短縮化を促進することができる。

【0044】また、前記第1、第2の方法を組み合わせることも可能である。このようにすることで、より色再現性が向上させることができる。このような方法によって、光量ロスの少ない明るく、色再現性が良好で製造が容易な撮像装置が得られる。

【0045】前記撮像光学系または前記照明光学系が有する屈折力を備えたレンズの枚数が4枚以下である場合、従来は吸収型色補正フィルターの光学系全体に占める割合が大きかったが、前記撮像光学系中または前記照明光学系中に前記反射防止赤外カットコートを設けることにより、吸収型色補正フィルターを薄くできるので、光学系の全長を大幅に短縮することが可能になる。

【0046】また、本発明の干渉膜を用いた撮像装置は、レーザー光を用いてレーザー処理を行う内視鏡に適用することも可能である。この場合、レーザー処理を行うレーザー光の波長は近赤外域であるため、撮像装置の光学系中に、1枚以上のレーザー光を吸収するフィルターと、N面のレーザー光の透過率を減少させる干渉膜A(J)を設け、かつ、以下に示す条件式を満足することが好ましい。

(7)

11

$$T_{va}(J) > 98\% \quad (J=1, 2, \dots, N)$$

$$30\% < T_{ia}(J) < 60\% \quad (J=1, 2, \dots, N)$$

$$T_{ab} < 5\%$$

$$T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(N) \times T_{ab} < 1\% \quad \dots (13)$$

但し、 $T_{va}(J)$ は前記干渉膜A(J)における420nm～530nmの波長の分光透過率、 $T_{ia}(J)$ は前記干渉膜A(J)におけるレーザー光の波長での分光透過率、 T_{ab} は前記レーザー光を吸収するフィルターにおけるレーザー光の波長での分光透過率、Nは前記干渉膜A(J)の面数を示す。

【0047】ここで、条件式(10)は光学系の明るさを確保するための条件を示している。条件式(11)は干渉膜A(J)の製造の難易度とレーザー光をカットする効果とのバランスを良好に保つための条件を示すものである。 $T_{ia}(J)$ の値が30%以下になると、干渉膜A(J)の積層数が多くなり膜厚の制御が難しくなるので成膜時のコストが増大する。一方、分光透過率特性が60%以上になるとレーザー光をカットする効果が弱くなってしま

う。条件式(12)は干渉膜A(J)を設ける面の数を多くし *

$$T_{va}(J) < 98\% \quad (J=1, 2, \dots, N)$$

$$30\% < T_{ia}(J) < 60\% \quad (J=1, 2, \dots, N)$$

$$T_{in} \times T_{ab} < 5\%$$

$$T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times \dots \times T_{ia}(N) \times T_{in} \times T_{ab} < 1\% \quad \dots (17)$$

但し、 $T_{va}(J)$ は前記干渉膜A(J)における420nm～530nmの波長の分光透過率、 $T_{ia}(J)$ は前記干渉膜A(J)におけるレーザー光の波長での分光透過率、 T_{in} は前記干渉膜Bにおけるレーザー光の波長での分光透過率、 T_{ab} は前記レーザー光を吸収するフィルターにおけるレーザー光の波長での分光透過率、nは前記干渉膜A(J)が設けられている面数を示す。

【0049】ここで、条件式(14)は光学系の明るさを確保するための条件を示している。条件式(15)は干渉膜A(J)の製造の難易度とレーザー光をカットする効果のバランスを良好に保つための条件を示すものである。 $T_{ia}(J)$ の値が30%以下になると、干渉膜A(J)の積層数が多くなり膜厚の制御が難しくなるので成膜時のコストが増大する。一方、分光透過率特性が60%以上になるとレーザー光をカットする効果が弱くなってしま

う。条件式(16)は干渉膜A(J)を設ける面の数を多くしないための条件を示している。この条件式(16)を満足しない場合には、レーザー光の強度を落とすために干渉膜A(J)を設けなければならない面の数が多くなるが、レンズ枚数に限りがあるので、干渉膜A(J)を設けなければならない面の数が不足する。条件式(17)はレーザー光が撮像素子に入射しても観察画像が乱れないようにするための条件を示している。

【0050】さらに、前記干渉膜A(J)は、前述の各条件式を満足することを前提に、低屈折率の誘電体の層と高屈折率の誘電体の層を交互に5層から9層重ね、低屈折率の誘電体の層を最も外側に形成してもよい。また、

12

$$\dots (10)$$

$$\dots (11)$$

$$\dots (12)$$

* ないための条件を示している。この条件式(12)を満足しない場合には、レーザー光の強度を落とすために干渉膜A(J)を設けなければならない面の数が多くなるが、レンズ枚数に限りがあるので、干渉膜A(J)を設けなければならない面の数が不足する。条件式(13)はレーザー光が撮像素子に入射しても観察画像が乱れないようにするための条件を示している。

【0048】また、本発明による干渉膜を用いた撮像装置をレーザー処理を行う内視鏡に適用する場合、その撮像装置の撮像光学系中に、1枚以上のレーザー光を吸収するフィルターと、N面のレーザー光の透過率を減少させる干渉膜A(J)と、レーザー光の透過率を減少させる干渉膜Bを設け、かつ、以下に示す条件式を満足するように構成してもよい。

$$\dots (14)$$

$$\dots (15)$$

$$\dots (16)$$

この干渉膜A(J)は、最も外側の層の誘電体の光学的厚みが他の層の光学的厚みに比べ薄くなるように形成するとよい。但し、光学的厚みとは誘電体の屈折率と誘電体の物理的な厚みとの積である。

【0051】これまで説明したように、従来のレーザー処置が可能な内視鏡にあつては吸収型色補正フィルターの厚さを薄くするとレーザー光によって観察画像が乱れる不具合が発生していた。しかし、本発明によれば、干渉膜A(J)を複数面設けて前述の条件式(13)または(17)を満足させることで、レーザー光の強度を減少させ撮像素子に達するレーザー光の強度を弱くすることができ、観察画像が乱れるといった不具合を解消することができる。また、本発明によれば、従来のように高出力のレーザーを用いる場合でも、数十層もある干渉型色補正フィルターを2枚以上用いる必要はないので、コストの低減が可能になる。

【0052】以上のように、本発明によれば、撮像光学系と、可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子を備えた撮像装置において、生産性がよく、安価で、撮像光学系の全長を短縮しつつ、明るく、色再現性のよい撮像装置を提供することができる。また、本発明による干渉膜を用いた撮像装置を内視鏡に適用する場合、従来機種との互換性を保ったまま、前記の効果が得られる。さらに、本発明による干渉膜を用いた撮像装置をレーザー処置が可能な内視鏡に適用すれば、強烈なレーザー光による観察画像の乱れを防止できるとい

いう優れた効果も得られる。

13

【0053】以下、図示した実施例に基づき、本発明を詳細に説明する。

【0054】第1実施例

図1は本実施例にかかる撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の撮像装置20は、撮像光学系21と、可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子22からなる。撮像光学系21は、図示しない物体側から順に、凹レンズ23、凸レンズ24、吸収型色補正フィルター25、フィールドレンズ26、および撮像素子カバーガラス27を配置して構成している。吸収型色補正フィルター25には、厚さ0.6mmのHOYA社製のC5000を用いている。また、吸収型色補正フィルター25の物体側面25aおよび像側面25bには、反射防止赤外カットコート（青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させる干渉膜）を設けている。その他のレンズの空気と接する面には一般的な反射防止コートが設けられている。

【0055】吸収型色補正フィルター25の物体側面25aおよび像側面25bにそれぞれ設けられた反射防止赤外カットコートは、図2に示すように、低屈折率の誘電体 MgF_2 の層と高屈折率の誘電体 ZrO_2 の層を交互に5層積層して形成している。そして、最も外側の層が低屈折率の誘電体 MgF_2 の層になっており、他の層よりも光学的厚みが薄くなっている。また、この反射防止赤外カットコートは、分光透過率が前述の条件式(1)、(2)、(3)を満足するように形成されている。なお、図中記載されている数字は各層における光学的な厚み nd である（ n は薄膜の屈折率、 d は薄膜の物理的な厚さを示す）。

【0056】また、本実施例では、反射防止赤外カットコート2面と吸収型色補正フィルターとを組み合わせ、撮像光学系全体の分光透過率が前述の条件式(4)、(5)、(6)を満足するようにしている。

【0057】本実施例の撮像装置に用いる吸収型色補正フィルター、反射防止赤外カットコートと、一般的な反射防止コートの分光透過率特性をそれぞれ図3、4に示す（図4は図3の部分拡大図である）。各図中、a線は本実施例の撮像装置に用いる厚さ0.6mmの吸収型色補正フィルターの分光透過率特性、b線は本実施例の撮像装置に用いる反射防止赤外カットコートの分光透過率特性、c線は一般的な反射防止コートの分光透過率特性、d線は前記厚さ0.6mmの吸収型色補正フィルターと反射防止赤外カットコート2面を合わせたときの分光透過率特性を示す。また、e線は前記吸収型色補正フィルターの厚さを1.6mmとした場合の分光透過率特性を示しており、参考例として取り上げている。また、図3に示したKの値は条件式(3)に関し、反射防止赤外カットコートにおける620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。

(8)

14

【0058】図3、4に示したように、反射防止赤外カットコート2面と厚さ0.6mmの吸収型色補正フィルターを合わせて用いることにより、厚さが1.6mmである従来の吸収型色補正フィルターの分光透過率特性と非常に類似させることができることが分かる。

【0059】さらに、図5は、本実施例の撮像装置における撮像光学系21の分光透過率特性を示すグラフである。f線は撮像光学系21の分光透過率特性を示す。また、g線は従来の厚さが1.6mmの色補正フィルターを使用した場合の撮像光学系21の分光透過率特性を示しており、参考例として取り上げている。図5に示したKの値は条件式(6)に関し、本実施例の撮像装置の撮像光学系21における620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。図5に示すように、撮像光学系21に関してもその分光透過率特性を従来のものと類似させることができることが分かる。

【0060】以上のように、本実施例では、反射防止赤外カットコートを用いることにより、吸収型色補正フィルターの厚さを従来のフィルター厚さの40%以下にすることができ、撮像光学系の全長を大幅に短縮することができる。したがって本実施例の撮像装置を内視鏡の先端部に組み込めば、従来装置との互換性を保ったままで、色再現性がよく、先端硬質部長が短く、明るく、かつ患者の苦痛の軽減を図れる内視鏡を提供することができる。

【0061】なお、本実施例では、反射防止赤外カットコートを吸収型色補正フィルター25の両面に設けているが、かかる反射防止赤外カットコートを他のレンズ面に設けても同様の効果は得られる。

【0062】第2実施例

図6は本実施例にかかる撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の撮像装置では、反射防止赤外カットコートのみによって色補正を行うようにしたものである。本実施例の撮像装置30は、撮像光学系31と、可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子32からなる。撮像光学系31は、図示しない物体側から順に、カバーガラス33、凸レンズ34、フィールドレンズ35、および撮像素子カバーガラス36を配置して構成している。カバーガラス33の物体側面33a、凸レンズ34の物体側面34aおよび像側面34b、フィールドレンズ35の物体側面35aに反射防止赤外カットコートを設けている。この反射防止赤外カットコートは、青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させる干渉膜により形成している。また、カバーガラス33の像側面33bには一般的な反射防止コートが設けられている。

【0063】本実施例の撮像装置に設けられた反射防止赤外カットコートは、図7に示すように、低屈折率の誘電体 MgF_2 の層と高屈折率の誘電体 ZrO_2 の層を交

(9)

15

互に5層積層して形成している。そして、最も外側の層が低屈折率の誘電体 MgF_2 の層になっており、他の層よりも光学的厚みが薄くなっている。この反射防止赤外カットコートは、分光透過率が前述の条件式(1)、(2)、(3)を満足するように形成されている。また、本実施例の撮像装置では、反射防止赤外カットコートを第1実施例に示したものよりも高い屈折率のガラス材に形成したため、近赤外域の波長の透過率が下がっている。このように、反射防止赤外カットコートは、より屈折率が高いガラス材に形成した方が赤外域の波長の透過率を下げることができ、色補正の効果が大きくなる。なお、図中記載されている数字は各層における光学的な厚み nd である(n は薄膜の屈折率、 d は薄膜の物理的な厚さを示す)。

【0064】また、本実施例では、反射防止赤外カットコートを撮像光学系31中に4面設けているが、撮像光学系31の分光透過率は前述の条件式(4)、(5)、(6)を満足している。

【0065】本実施例の撮像装置における反射防止赤外カットコートと、一般的な反射防止コートの分光透過率特性をそれぞれ図8、9に示す(図9は図8の部分拡大図である)。各図中、(h線は本実施例の撮像装置に用いる反射防止赤外カットコートの1面当たりの分光透過率特性、i線はかかる反射防止赤外カットコートを4面重ねた場合の分光透過率特性を示している。c線は一般的な反射防止コートの分光透過率特性を示している。また、e線は記吸収型色補正フィルター(HOYA社製のC5000)の厚さを1.6mmとした場合の分光透過率特性を示しており、参考例として取り上げたものである。また、図8に示したKの値は条件式(3)に関し、反射防止赤外カットコートにおける620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。

【0066】図8、9に示したように、反射防止赤外カットコートを4面重ねて用いることにより、厚さが1.6mmである従来の吸収型色補正フィルターの分光透過率特性と非常に類似させることができることが分かる。

【0067】さらに、図10は、本実施例の撮像装置における撮像光学系31の分光透過率特性を示すグラフである。図中、j線は撮像光学系31の分光透過率特性を示す。また、g線は従来の厚さが1.6mmの色補正フィルターを使用した場合の撮像光学系31の分光透過率特性を示しており、参考例として取り上げている。図10に示した K_0 の値は条件式(6)に関し、本実施例の撮像装置の撮像光学系31における620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。図10に示したように、撮像光学系31に関してもその分光透過率特性を従来のものと類似させることができることが分かる。

【0068】以上のように、本実施例では、吸収型色補正フィルターを全く用いる必要がないため、撮像光学系31の全長を大幅に短縮することができる。また、従来

16

の干渉型色補正フィルターを用いる必要もないことから、生産性がよく、安価で、明るく、色再現性のよい小型の撮像装置を提供することができる。したがって、実施例の撮像装置を内視鏡の先端部に組み込めば、従来装置との互換性を保ったままで、色再現性がよく、先端硬質部長が短く、明るく、かつ患者の苦痛の軽減を図れる内視鏡を提供することができる。

【0069】第3実施例

本実施例の撮像装置は内視鏡に用いるためのものである。

図11は本実施例の撮像装置が内視鏡の先端部に搭載されている様子を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の撮像装置39は、図示しない物体側から順に、撮像光学系40、可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子41を配置して構成する。撮像素子41には図示しないプロセッサへ画像信号を送信するためのケーブル42が接続されている。撮像光学系40は、図示しない物体側から順に、第1レンズ43、第2レンズ44、第3レンズ45、吸収型色補正フィルター46、および撮像素子のカバーガラス47を配置して構成している。吸収型色補正フィルター46には、厚さ0.6mmのHOYA社製のC5000を用いている。また、第1レンズ43の物体側面43aには耐性の問題から反射防止コートは設けておらず、これ以外のレンズ面には一般的な反射防止コートが設けられている。

【0070】一方、内視鏡先端部に撮像装置39と併設されている先端照明光学系49は、図示しない物体側から順に、第1レンズ50、第2レンズ51、および第3レンズ52を配置して構成している。また、第3レンズ52の後方には図示しない光源と接続されたライトガイド53が配置されている。第1レンズ50の物体側面50aには耐性の問題から反射防止コートは設けていない。第3レンズ52の物体側面52aおよび像側面52bには反射防止赤外カットコートが設けられている。この反射防止赤外カットコートは第2実施例に示したものと同様の構成、分光透過率特性を有し、条件式(1)、(2)、(3)を満足するものである。他のレンズ面には一般的な反射防止コートが設けられている。

【0071】図12は撮像光学系40の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率との積を示すグラフである。図中、k線は撮像光学系40の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率との積を示している。 K_t の値は条件式(9)に関し、撮像光学系40における620nmの波長の分光透過率と先端照明光学系49における620nmの波長の分光透過率との積の傾きを示す。l線は従来の撮像光学系(厚さ1.6mmのHOYA社製のC5000が色補正フィルターとして設けられており、かつ、一般的な反射防止コートが設けられている)の分光透過率と先端照明光学系の分光透過率との積を示すものである。図12に示したように、本実施例の場合も分光透過率特性が従来のものと類似していることが分

17

かる。

【0072】以上のように、本実施例では従来のものと同様な色再現性を実現することができ、しかも、余分に厚いフィルターを光学系中に備える必要がないことから、従来装置とのシステムの互換性を保ったまま、内視鏡の先端硬質部長の短縮化が達成され、患者の苦痛軽減を図ることができる。

【0073】第4実施例

本実施例の撮像装置は内視鏡に用いるためのものである。図13は本実施例にかかる撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の撮像装置39は、図示しない物体側から順に、撮像光学系40、可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子41を配置して構成する。撮像素子41には図示しないプロセッサへ画像信号を送信するためのケーブル42が接続されている。撮像光学系40は、図示しない物体側から順に、第1レンズ43、第2レンズ44、第3レンズ45、吸収型色補正フィルター46、および撮像素子のカバーガラス47を配置して構成している。吸収型色補正フィルター46には、厚さ0.6mmのHOYA社製のC5000を用いている。また、第1レンズ43の物体側面43aには耐性の問題から反射防止コートは設けておらず、これ以外のレンズ面には一般的な反射防止コートが設けられている。

【0074】一方、内視鏡先端部に撮像装置39と併設されている照明光学系48は、図示しない物体側から順に、先端照明光学系49、ライトガイド53、入射端側光学素子54を配置して構成している。入射端側光学素子54は、図示しない光源に接続されている。

【0075】先端照明光学系49は、図示しない物体側から順に、第1レンズ50、第2レンズ51、および第3レンズ52を配置して構成している。先端照明光学系49を構成する各レンズの面には、耐性上問題のある第1レンズ50の物体側面50aを除き一般的な反射防止コートが設けられている。また、入射端側光学素子54は、高屈折率のコア部に対して周辺部に低屈折率のクラッド部を有する単ファイバロッドで構成されており、ライトガイド53に入射する光のムラを除去している。さらに、この入射端側光学素子54の物体側面54aおよび像側面54bには反射防止赤外カットコートが設けられている。この反射防止赤外カットコートは第2実施例に示したものと同様の構成、分光透過率特性を有し、条件式(1)、(2)、(3)を満足するものである。

【0076】図14は撮像光学系40の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率と入射端側光学素子54の分光透過率の積を示すグラフである。図中、 k' 線は撮像光学系40の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率と入射端側光学素子54の分光透過率の積を示している。 Kt の値は条件式(9)に関し、撮像光学系40における620nmの波長の分光透過率と先端照明光

(10)

18

学系49における620nmの波長の分光透過率と入射端側光学素子54の分光透過率の積の傾きを示す。 l' 線は従来の撮像光学系(厚さ1.6mmのHOYA社製のC5000が色補正フィルターとして設けられており、かつ、一般的な反射防止コートが設けられている)の分光透過率と先端照明光学系の分光透過率と入射端側光学素子の分光透過率の積を示すものである。図14に示したように、本実施例の場合も分光透過率特性が従来のものと類似していることが分かる。

【0077】なお、本実施例では、反射防止赤外カットコートを入射端側光学素子54の物体側面54aおよび像側面54bに設けたが、反射防止赤外カットコートは、入射端側光学素子54と先端照明光学系49、撮像光学系40に分散させて設けてもよく、またその何れか1つに集中させてもよい。

【0078】以上のように、本実施例では従来のものと同様な色再現性を実現することができ、しかも、余分に厚いフィルターを光学系中に備える必要がないことから、従来装置とのシステムの互換性を保ったまま、内視鏡の先端硬質部長の短縮化が達成され、患者の苦痛軽減を図ることができる。

【0079】第5実施例

本実施例の撮像装置は内視鏡に用いるためのものである。図15は本実施例の撮像装置が内視鏡の先端部に搭載されている様子を示す光軸に沿う断面図である。本実施例の撮像装置55は、図示しない物体側から順に、撮像光学系56、可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子57を配置して構成する。撮像素子57には図示しないプロセッサへ画像信号を送信するためのケーブル58が接続されている。撮像光学系56は、図示しない物体側から順に、第1レンズ59、第2レンズ60、第3レンズ61、および撮像素子のカバーガラス62を配置して構成している。第3レンズ61の物体側面61aおよび像側面61bに反射防止赤外カットフィルター(青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させる干渉膜)を設けている。この反射防止赤外カットコートは第2実施例に示したものと同様の構成、分光透過率特性を有し、条件式(1)、(2)、(3)を満足するものである。

【0080】また、第1レンズ59の物体側面59aには耐性の問題から反射防止コートは設けおらず、物体側面59a、61aと像側面61b以外のレンズ面には一般的な反射防止コートが設けられている。先端照明光学系49、ライトガイド53は第3実施例と同様の構成である。

【0081】図16は本実施例における撮像光学系56の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率との積を示すグラフである。図中、 m 線は撮像光学系56の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率との積を示

(11)

19

すものである。Ktの値は条件式(9)に関し、撮像光学系56における620nmの波長の分光透過率と先端照明光学系49における620nmの波長の分光透過率との積の傾きを示す。また、1線は従来の撮像光学系(厚さ1.6mmのHOYA社製のC5000が色補正フィルターとして設けられており、かつ、一般的な反射防止コートが設けられている)の分光透過率と先端照明光学系の分光透過率との積を示すものである。図16に示したように、本実施例の場合も分光透過率特性が従来のものと類似していることが分かる。

【0082】以上のように、本実施例では従来のものと同様な色再現性を実現することができ、しかも、第3実施例の撮像装置のように吸収型色補正フィルターを撮像光学系中に備える必要がないことから、従来装置とのシステムの互換性を保ったまま、さらに内視鏡の先端硬質部長の短縮化が達成され、患者の苦痛軽減を図ることができる。

【0083】なお、本実施例では、反射防止赤外カットコートを撮像光学系56中とこれと併設されている先端照明光学系49中の双方に設けているが、全ての反射防止赤外カットコートを撮像光学系56または先端照明光学系49の何れか一方にのみ設けてもよい。

【0084】ここで、第1乃至第5実施例において用いられている反射防止赤外カットコートを形成する誘電体はMgF₂とZrO₂であるが、これらに限られるわけではなく、高低の屈折率を有する誘電体として例えばTiO₂とSiO₂を用いてもよい。また、第3乃至第5実施例ではそれぞれ最も物体側にあるレンズ面には反射防止コートを設けていないため、照明光学系や撮像光学系における可視域の波長の分光透過率がやや低くなっている。そこで、かかる面にスパッタリングやイオン成膜法等によって緻密な膜構成で耐性のよい反射防止コートを設ければ、可視域の波長の分光透過率を大幅に向上させることができる。

【0085】第6実施例

図17は本実施例にかかる撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。この撮像装置はYAGレーザー処置を行う内視鏡に搭載されるものである。図17に示すように、本実施例の撮像装置65は、図示しない物体側から順に、撮像光学系66と撮像素子67を配置して構成している。撮像素子67には図示しないプロセッサへ画像信号を送信するためのケーブル68が接続されている。撮像光学系66は、図示しない物体側から順に、凹レンズ69、凸レンズ70、凸レンズ71、吸収型レーザーカットフィルター72、撮像素子のカバーガラス73を配置して構成する。凹レンズ69と凸レンズ70との間には、絞り74が配置されている。

【0086】凹レンズ69の像側面69bには干涉膜A(1)が、凸レンズ70の物体側面70aには干涉膜A(2)が、凸レンズ70の像側面70bには干涉膜A(3)

20

が、凸レンズ71の像側面71bには干涉膜A(4)がそれぞれ設けられている。また、凹レンズ69の物体側面69aには耐性の理由から反射防止コートは設けておらず、凸レンズ71の物体側面71aには一般的な反射防止コートが設けられている。吸収型レーザーカットフィルター72には、厚さ1.2mmのHOYA社製のHA-15を使用している。

【0087】図18は本実施例の撮像光学系66に設けられる干涉膜A(1)乃至A(4)の構成を示す図である。ここに示すように、干涉膜A(1)乃至A(4)は、何れも低屈折率の誘電体であるMgF₂の層と高屈折率の誘電体であるZrO₂の層を交互に5層重ねたものであり、低屈折率のMgF₂層が最も外側に積層されている。また、この最も外側のMgF₂層の光学的厚みは他の層の光学的厚みと比べて薄くなっている。なお、図中に示した数値は各層における光学的な厚み(nd)である。

【0088】本実施例では、干涉膜A(1)乃至A(4)および吸収型レーザーカットフィルター72を前述の条件式(10)乃至(13)を満足するように構成している。すなわち、

$$T_{va}(J) > 98\% \quad (J=1, 2, 3, 4)$$

である。また、干涉膜A(1)乃至A(4)および吸収型レーザーカットフィルター72における波長1064nmのYAGレーザーの分光透過率は、

$$T_{ia}(J) = 55\%$$

$$T_{ab} = 3\%$$

$$T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times T_{ia}(3) \times T_{ia}(4) \times T_{ab} = 0.3\%$$

である。

【0089】以上により、従来の吸収型レーザーカットフィルターのみを用いた場合、YAGレーザーの分光透過率を0.3%にするためには、フィルターの厚さを2mmにする必要があったのに対して、本実施例では干涉膜A(J) (J=1, 2, 3, 4)を用いることにより、吸収型レーザーカットフィルターを厚さを1.2mmにすることができ、撮像光学系66の全長を短縮することができた。

【0090】第7実施例

図19は本実施例にかかる撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。この撮像装置はYAGレーザーおよび半導体レーザーの2種類のレーザー処置が可能な内視鏡に搭載されるものである。図19に示すように、本実施例の撮像装置75は、図示しない物体側から順に、撮像光学系76と撮像素子77を配置して構成している。撮像素子77には図示しないプロセッサへ画像信号を送信するためのケーブル78が接続されている。撮像光学系76は、図示しない物体側から順に、凹レンズ79、凸レンズ80、凸レンズ81、吸収型レーザーカットフィルター82、撮像素子のカバーガラス83を配置して構成する。

【0091】凸レンズ80の物体側面80aには干涉膜

(12)

21

A(1) が、吸収型レーザーカットフィルター82の像側面82bには干渉膜A(2) が設けられている。また、凸レンズ81の物体側面81aにはYAGレーザー光をカットする干渉膜B₁ が、吸収型レーザーカットフィルター82の物体面82aには半導体レーザー光をカットする干渉膜B₂ が設けられている。また、凹レンズ79の物体側面79aには耐性の理由から反射防止コートは設けておらず、この他の各レンズ面には一般的な反射防止コートが設けられている。

【0092】本実施例の撮像装置75では、可視光線に対しては条件式(14)を、YAGレーザーと半導体レーザーに対しては条件式(15)乃至(17)を満足するように構成している。波長1064nmのYAGレーザーと波長810nmの半導体レーザーに対する干渉膜A(1)、A(2)、B₁、B₂ および吸収型レーザーカットフィルター82における波長1064nmの分光透過率は以下に示す。

【0093】干渉膜A(1)、A(2)、B₁ および吸収型レーザーカットフィルター82における波長1064nmのYAGレーザーの分光透過率は、

$$T_{ia}(1) = 55\%$$

$$T_{ia}(2) = 57\%$$

$$T_{ab} = 22\%$$

$$T_{in} = 6\% \text{ (干渉膜B}_1\text{)}$$

$$T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times T_{in} \times T_{ab} = 0.4\% \text{ である。}$$

【0094】干渉膜A(1)、A(2)、B₂ および吸収型レーザーカットフィルター82における波長810nmの半導体レーザーに対するの分光透過率は、

$$T_{ia}(1) = 45\%$$

$$T_{ia}(2) = 51\%$$

$$T_{ab} = 9\%$$

$$T_{in} = 6\% \text{ (干渉膜B}_2\text{)}$$

$$T_{ia}(1) \times T_{ia}(2) \times T_{in} \times T_{ab} = 0.1\% \text{ である。}$$

【0095】なお、本実施例において用いる干渉膜A(1)、A(2)の構成は第6実施例に示したものと同様である。干渉膜A(1)と干渉膜A(2)とで分光透過率が異なるのは、基板であるレンズの屈折率が異なっているためである。

【0096】このように、本実施例の撮像装置は、YAGレーザーと半導体レーザーの2種類のレーザー処置が可能で内視鏡に搭載することができる上、余分なフィルターを用いずに撮像光学系の全長の短縮化を図ったことにより、内視鏡の先端硬質部長の短縮化を図ることができる。

【0097】以上説明したように、本発明は特許請求の範囲に記載した特徴と併せ、以下の(1)～(16)に示すような特徴も備えている。

【0098】(1) 前記干渉膜は低屈折率の誘電体の層と高屈折率の誘電体の層を交互に5層から9層重ねて、低

22

屈折率の誘電体の層を最も外側に形成したことを特徴とする請求項1に記載の干渉膜。

【0099】(2) 前記干渉膜の最も外側の層の誘電体の光学の厚みを他の層の光学の厚みと比べて薄く形成したことを特徴とする前記(1)に記載の干渉膜。但し、光学の厚みとは誘電体の屈折率と誘電体の物理的な厚みとの積である。

【0100】(3) 撮像光学系と可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子を備えた撮像装置において、前記撮像光学系中に、青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させる干渉膜を設けたことを特徴とする撮像装置。

【0101】(4) 前記干渉膜を備えた撮像光学系全体の分光透過率特性が次に示す条件式を満足するようにしたことを特徴とする前記(3)に記載の撮像装置。

$$T_{vo} > 80\%$$

$$T_{io} < 15\%$$

$$-2\%/nm < K_o < -0.5\%/nm$$

但し、 T_{vo} は前記撮像光学系全体における420nm～530nmの波長の分光透過率、 T_{io} は前記撮像光学系全体における720nm～920nmの波長の分光透過率、 K_o は前記撮像光学系全体における620nmの波長の分光透過率の傾きを示す。

【0102】(5) 請求項2に記載の撮像装置の照明光学系には先端照明光学系が設けられており、この先端照明光学系全体の分光透過率と撮像光学系全体の分光透過率との積が以下に示す条件式を満足していること特徴とする内視鏡の撮像装置。

$$T_{vt} > 75\%$$

$$T_{it} < 15\%$$

$$-2\%/nm < K_t < -0.5\%/nm$$

但し、 T_{vt} は前記先端照明光学系全体における420nm～530nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における420nm～530nmの波長の分光透過率との積、 T_{it} は前記先端照明光学系全体における720nm～920nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における720nm～920nmの波長の分光透過率との積、 K_t は前記先端照明光学系全体における620nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における620nmの波長の分光透過率との積の傾きを示す。

【0103】(6) 請求項2に記載の撮像装置の照明光学系は、先端照明光学系とライトガイドと入射端側光学素子で構成され、前記先端照明光学系の分光透過率と前記入射端側光学素子の分光透過率と前記撮像光学系の分光透過率との積が以下に示す条件式を満足していること特徴とする内視鏡の撮像装置。

$$T_{vt} > 75\%$$

$$T_{it} < 15\%$$

(13)

23

$$-2\%/nm < Kt < -0.5\%/nm$$

但し、 $T_{v,t}$ は前記先端照明光学系全体における420nm～530nmの波長の分光透過率と前記入射端側光学素子における420nm～530nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における420nm～530nmの波長の分光透過率の積、 $T_{i,t}$ は前記先端照明光学系全体における720nm～920nmの波長の分光透過率と前記入射端側光学素子における720nm～920nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における720nm～920nmの波長の分光透過率の積、 Kt は前記先端照明光学系全体における620nmの波長の分光透過率と前記入射端側光学素子における620nmの波長の分光透過率と前記撮像光学系全体における620nmの波長の分光透過率の積の傾きを示す。

【0104】(7) 青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の干渉膜。

【0105】(8) 青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させるようにしたことを特徴とする前記(1)に記載の干渉膜。

【0106】(9) 青から緑にかけての可視光線の反射を防止し赤から近赤外にかけての光線の透過率をなだらかに減少させるようにしたことを特徴とする前記(2)に記載の干渉膜。

【0107】(10) 前記(7)乃至(9)の何れかに記載の干渉膜と、赤から近赤外にかけての光線を吸収する色補正フィルターにより色補正を行うことを特徴とする撮像装置。

【0108】(11) 前記(7)乃至(9)の何れかに記載の干渉膜を複数用いて色補正を行うこと特徴とする撮像装置。

【0109】(12) 前記撮像光学系または前記照明光学系は4枚以下の屈折力を有するレンズを備えて構成したこと特徴とする前記(3)、(4)、(5)、(10)、(11)の何れかに記載の撮像装置。

【0110】(13) 前記(3)、(4)、(5)、(10)、(11)、(12)の何れかに記載の撮像装置を用いた内視鏡。

【0111】(14) 近赤外の波長のレーザー光を用いてレーザー処理を行う内視鏡の撮像装置において、その撮像装置の撮像光学系中に、1枚以上のレーザー光を吸収するフィルターとN面のレーザー光の透過率を減少させる干渉膜A(J) (J=1, 2, 3, ..., N) とレーザー光の透過率を減少させる干渉膜Bとを設け、前記干渉膜A(J) および干渉膜Bの特性が以下に示す条件式を満足することを特徴とする撮像装置。

$$T_{v,a}(J) < 98\% \quad (J=1, 2, 3, \dots, N)$$

$$30\% < T_{i,a}(J) < 60\% \quad (J=1, 2, 3, \dots, N)$$

$$T_{i,n} \times T_{a,b} < 5\%$$

24

$$T_{i,a}(1) \times T_{i,a}(2) \times \dots \times T_{i,a}(N) \times T_{a,b} < 1\%$$

但し、 $T_{v,a}(J)$ はJ番目の干渉膜A(J) 1面当たりの420nm～530nmの波長の分光透過率、 $T_{i,a}(J)$ はJ番目の干渉膜A(J) 1面当たりのレーザー光の波長での分光透過率、 $T_{i,n}$ は前記干渉膜Bにおけるレーザー光の波長での分光透過率、 $T_{a,b}$ は前記レーザー光を吸収するフィルターにおけるレーザー光の波長での分光透過率、Nは前記干渉膜A(J)の面数を示す。

10 【0112】(15) 前記干渉膜A(J)は低屈折率の誘電体層と高屈折率の誘電体の層を交互に5層から9層重ねて、低屈折率の誘電体の層を最も外側に形成したことを特徴とする請求項3または前記(14)に記載の撮像装置。

【0113】(16) 前記干渉膜A(J)の最も外側の層の誘電体の光学的厚みを他の層の光学的厚みに比べ薄くなるように形成したことを特徴とする前記(15)に記載の撮像装置。但し、光学的厚みとは誘電体の屈折率と誘電体の物理的な厚みとの積である。

【0114】

20 【発明の効果】上述のように、本発明によれば、撮像光学系と可視光線から近赤外線にかけての波長域に感度を有する撮像素子を備えた撮像装置において、製造性がよく、安価で、撮像光学系の全長が短く、色再現性の優れた撮像装置を提供できる。また、本発明の撮像装置を内視鏡に用いれば、従来装置との互換性を保ちながらも、優れた再現性を備え、全長が短く、明るい内視鏡を実現できる。さらに、本発明の撮像装置はレーザー処置が可能な内視鏡にも用いることが可能で、特に強烈なレーザーを原因とする観察画像の乱れを防止できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例にかかる撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図2】図1に示した撮像光学系21中に設けられる反射防止赤外カットコート1の構成を示す図である。

【図3】第1実施例の撮像装置に用いる吸収型色補正フィルター、反射防止赤外カットコートと、一般的な反射防止コートの分光透過率特性を示すグラフである。

【図4】図3に示したグラフの部分拡大図である。

40 【図5】撮像光学系21の分光透過率特性を示すグラフである。

【図6】第2実施例にかかる撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図7】図6に示した撮像光学系31中に設けられる反射防止赤外カットコート2の構成を示す図である。

【図8】第2実施例の撮像装置に用いる吸収型色補正フィルター、反射防止赤外カットコートと、一般的な反射防止コートの分光透過率特性を示すグラフである。

【図9】図8に示したグラフの部分拡大図である。

50 【図10】撮像光学系31の分光透過率特性を示すグラフ

(14)

25

フである。

【図11】第3実施例の撮像装置を内視鏡先端部に搭載した様子を示す光軸に沿う断面図である。

【図12】撮像光学系40の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率との積を示すグラフである。

【図13】第4実施例にかかる撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図14】撮像光学系40の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率と入射端側光学素子54の分光透過率の積を示すグラフである。

【図15】第5実施例の撮像装置を内視鏡先端部に搭載した様子を示す光軸に沿う断面図である。

【図16】撮像光学系56の分光透過率と先端照明光学系49の分光透過率との積を示すグラフである。

【図17】第6実施例の撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図18】図17に示した撮像光学系66中に設けられる反射防止赤外カットコートの構成を示す図である。

【図19】第7実施例の撮像装置の構成を示す光軸に沿う断面図である。

【図20】従来の電子内視鏡システムの一例を示す図である。

【図21】撮像素子の分光感度および従来のフィルターの分光透過率特性を示すグラフである。

【図22】レーザー処置が可能な電子内視鏡システムの構成を示す図である。

【図23】従来の吸収型色補正フィルターを用いた撮像光学系の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 1 内視鏡本体
- 1 a チャンネル
- 2 プロセッサ
- 3 光源

26

4 モニター

5, 53 ライトガイド

6 A, 48 照明光学系

6 B, 49 先端照明光学系

6 C, 54 入射端側光学素子 (単ファイバロット)

7, 13, 21, 31, 40, 56, 66, 76 撮像光学系

8, 22, 32, 41, 57, 67, 77 撮像素子

9, 42, 58, 68, 78 ケーブル

10 被写体

10 a 患部

11 レーザープローブ

12 レーザー装置

14, 15, 24, 34, 70, 71, 80, 81 凸レンズ

16, 25, 46 吸収型色補正フィルター

20, 30, 39, 55, 65, 75 撮像装置

23, 69, 79 凹レンズ

25 a, 33 a, 34 a, 35 a, 43 a, 50 a, 5

20 2 a, 54 a, 59 a, 61 a, 69 a, 70 a, 71

a, 79 a, 80 a, 81 a, 82 a 物体側面

25 b, 33 b, 34 b, 52 b, 54 b, 61 b, 6

9 b, 70 b, 71 b, 82 b 像側面

26, 35 フィールドレンズ

27, 36, 47, 62, 73, 83 撮像素子カバーガラス

33 カバーガラス

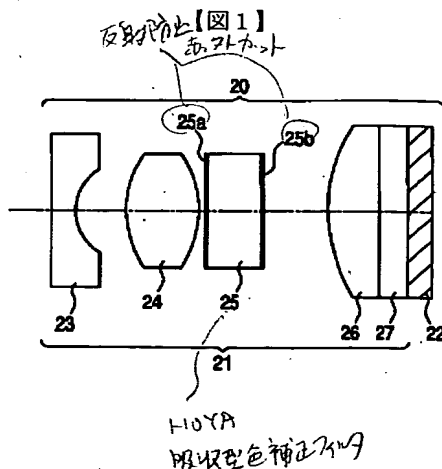
43, 50, 59 第1レンズ

44, 51, 60 第2レンズ

30 45, 52, 61 第3レンズ

72, 82 吸収型レーザーカットフィルター

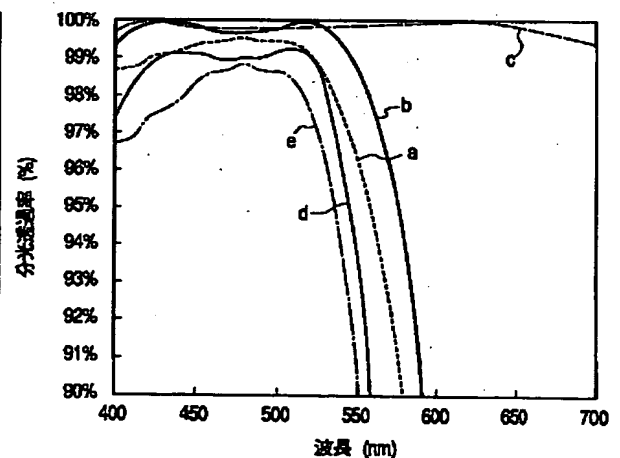
74 絞り



【図2】

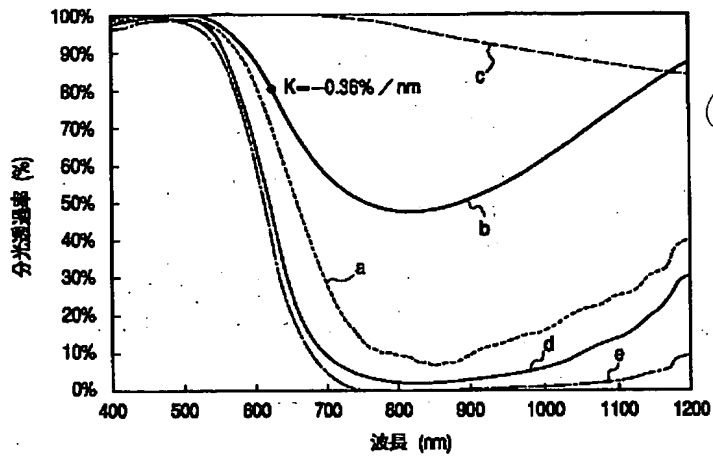
MgF ₂	84nm
ZrO ₂	179nm
MgF ₂	181nm
ZrO ₂	204nm
MgF ₂	214nm
基板 (屈折率 1.5)	

【図4】

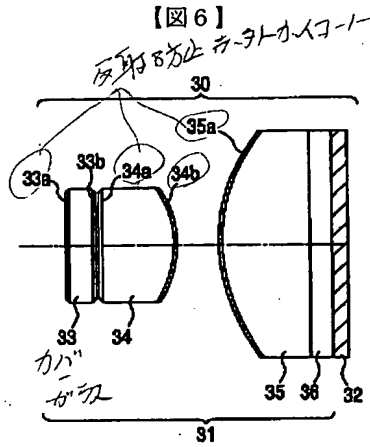


(15)

【図3】



【図6】

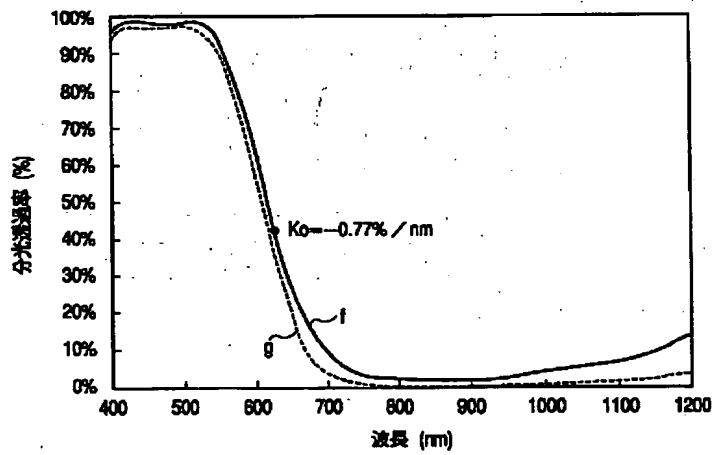


【図18】

MgF ₂	100nm
ZrO ₂	193nm
MgF ₂	212nm
ZrO ₂	208nm
MgF ₂	232nm
基板	

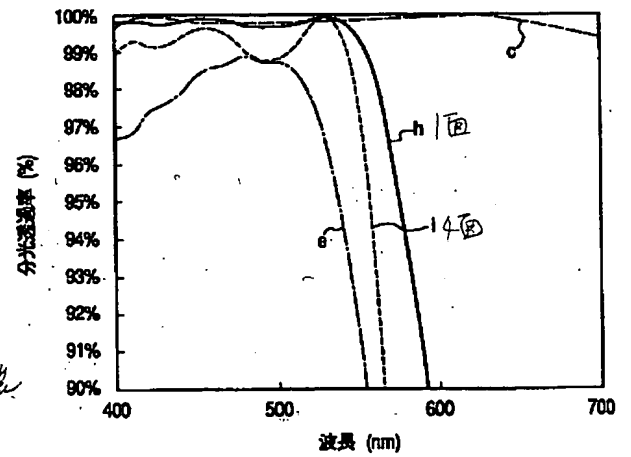
【図7】

【図5】

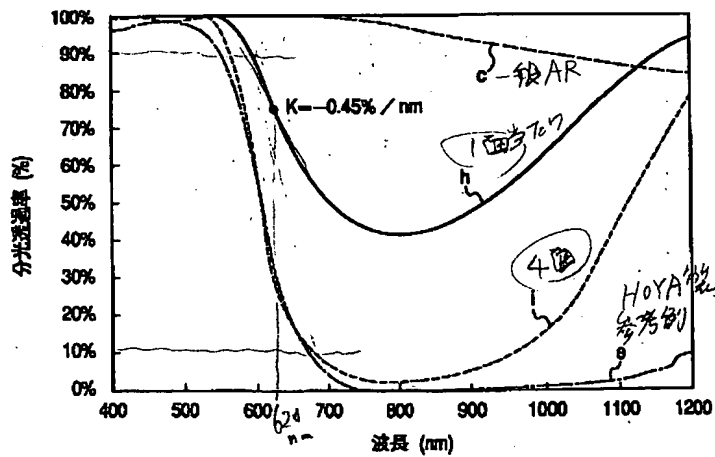


MgF ₂	94nm
ZrO ₂	169nm
MgF ₂	192nm
ZrO ₂	182nm
MgF ₂	209nm
基板 (屈折率 1.9)	

【図9】

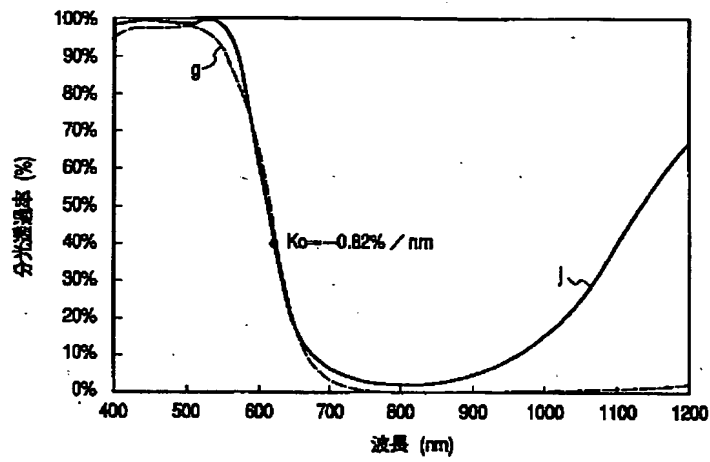


【図8】

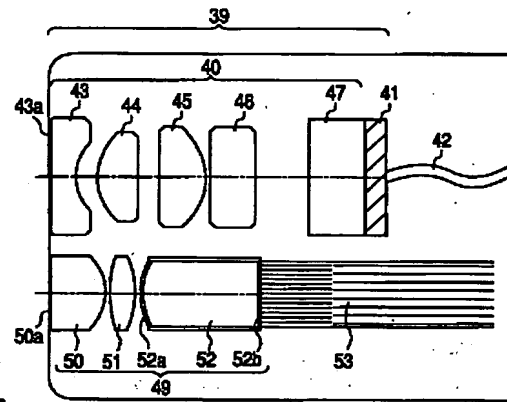


(16)

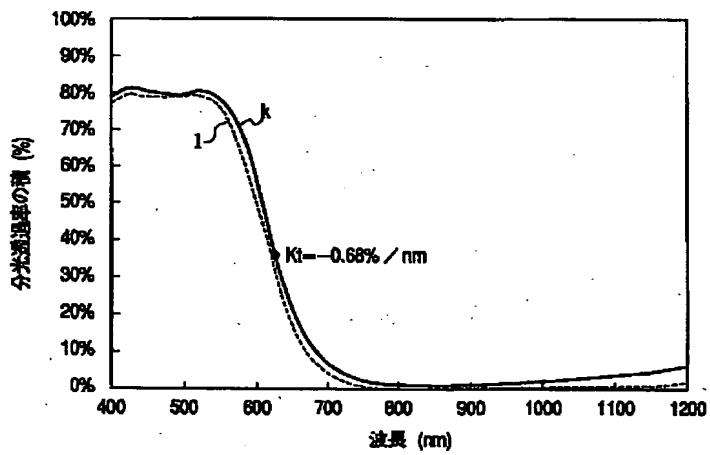
【図10】



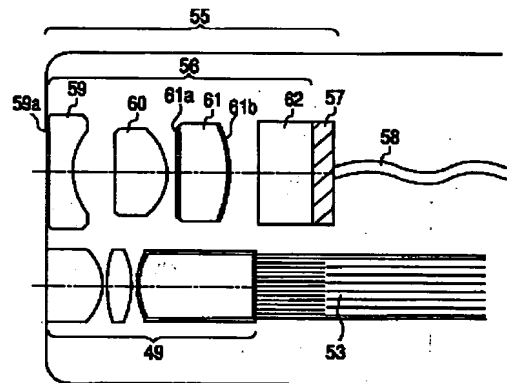
【図11】



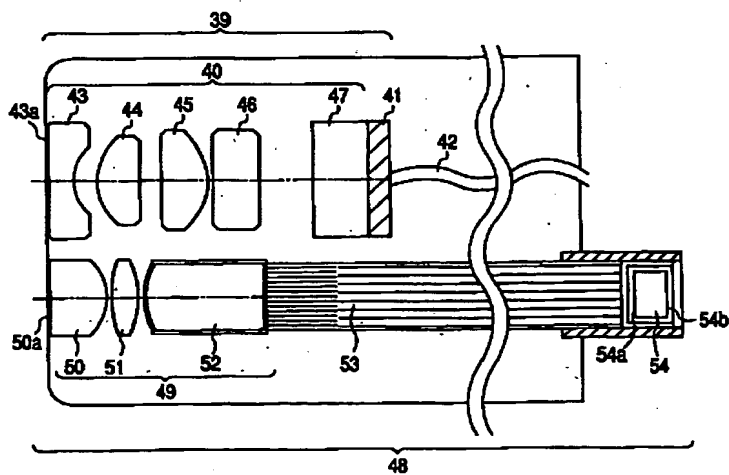
【図12】



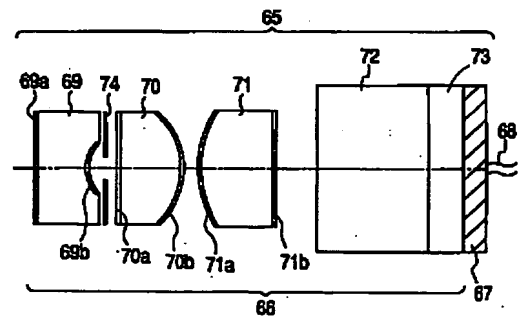
【図15】



【図13】

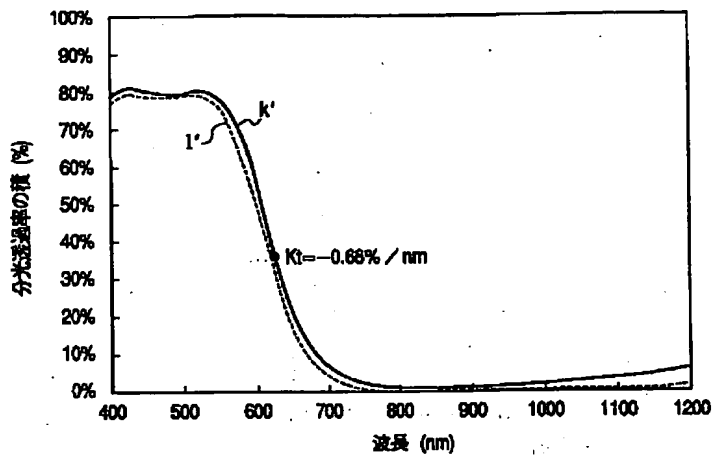


【図17】

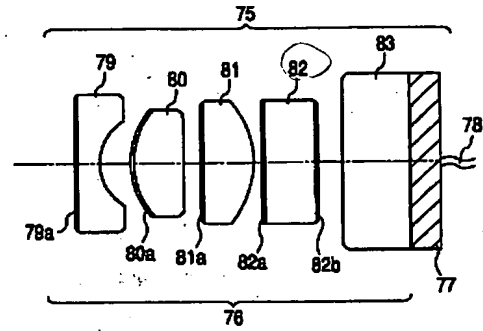


(17)

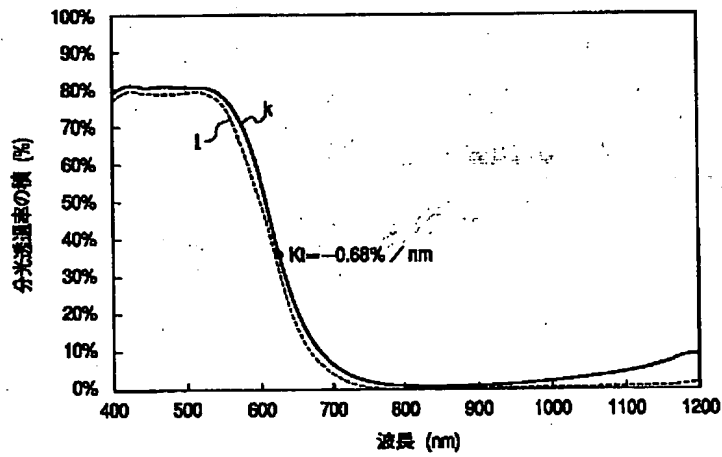
【図14】



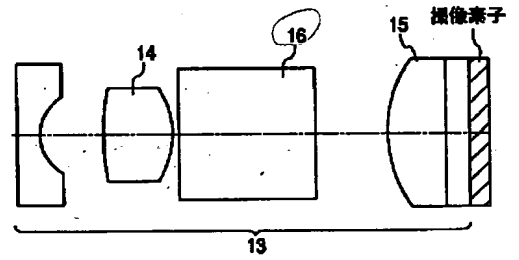
【図19】



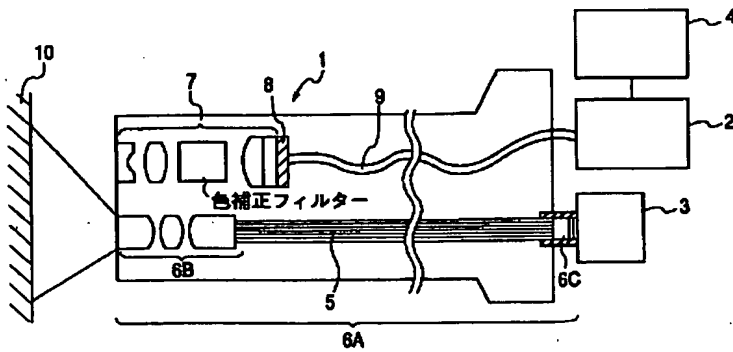
【図16】



【図23】

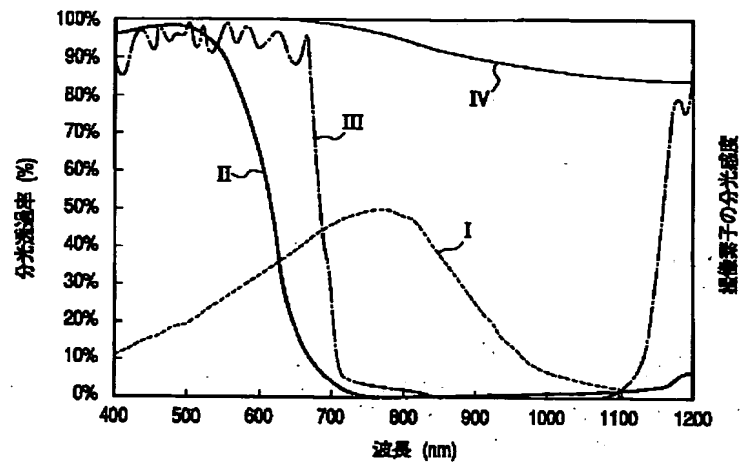


【図20】

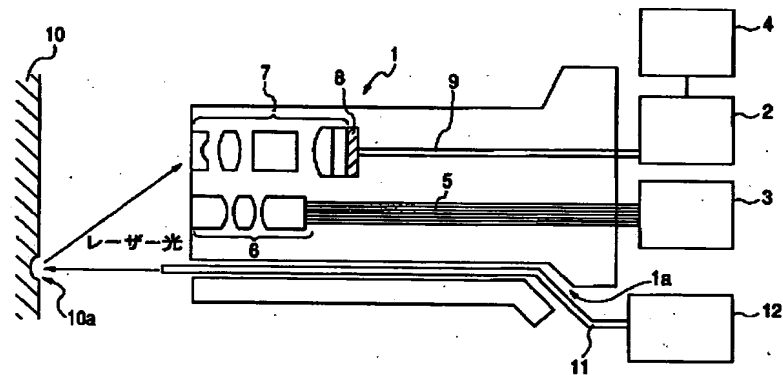


(18)

【図 2 1】



【図 22】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷

H O 4 N 9/04

識別記号

F I

H O 4 N 9/04

テーマコート* (参考)

B

Fターム(参考) 2H040 BA11 CA22 DA12 GA02
2H048 CA12 GA01 GA15 GA23 GA36
GA48
4C061 AA00 BB02 CC06 DD00 LL02
NN01 PP12 QQ09 RR04 RR14
5C022 AA09 AC42 AC54 AC55
5C065 AA04 BB01 CC01 DD01 EE03